



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES
PROCEDENTES DEL LAVABO Y DUCHA CON EL USO DE TÉCNICAS
ALTERNATIVAS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA
ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Autor: Enrique Gonzalo Espín Jácome

Tutor: Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

**AMBATO - ECUADOR
Marzo - 2021**

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PROCEDENTES DEL LAVABO Y DUCHA CON EL USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el señor Enrique Gonzalo Espín Jácome, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804435012, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2021

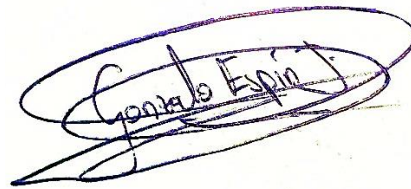
.....
Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Enrique Gonzalo Espín Jácome**, con C.I.:180443501-2 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **“ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PROCEDENTES DEL LAVABO Y DUCHA CON EL USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021

A handwritten signature in blue ink, reading "Gonzalo Espín Jácome", is enclosed within a blue oval. The signature is written in a cursive style.

.....
Enrique Gonzalo Espín Jácome

180443501-2

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2021

A handwritten signature in blue ink, reading "Gonzalo Espín J.", enclosed within a large, loopy oval scribble.

.....
Enrique Gonzalo Espín Jácome

180443501-2

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Enrique Gonzalo Espín Jácome de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PROCEDENTES DEL LAVABO Y DUCHA CON EL USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Marzo 2021

Para constancia firman:

.....

Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino **Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes**

Miembro Calificador

Miembro Calificador

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia por su incondicional apoyo
en todo momento y la confianza que han puesto en
mi, para cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas a quienes debo agradecerles por su apoyo a lo largo de la Carrera y especialmente en este Trabajo:

A Dios por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, de llegar a finalizarla de la mejor manera, dándome la fuerza todos los días para cumplir mis obligaciones como estudiante aprovechando la oportunidad de superarme cada día.

A mi familia por ser siempre incondicional, por brindarme todo lo que siempre he necesitado, y por enseñarme tantas cosas para desarrollarme como persona. En especial, a mi padre y madre, por esa ayuda y apoyo tan fundamental para ser hoy lo que soy.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE PÁGINAS PRELIMINARES	
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE IMÁGENES	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	5
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	9
1.1.3.1 Origen y características de las aguas grises	9
1.1.3.1.2 Tratamiento de Aguas Residuales.....	10
1.1.3.1.3 Parámetros a cumplir del agua residual tratada	12
1.1.3.1.4 Parámetros analizados en los tratamientos de aguas grises	18
1.1.3.2 Principios de gestión sostenible de recursos hídricos	19
1.1.3.3 Tecnologías sostenibles para el tratamiento del agua	20
1.1.3.4 Ventajas y oportunidad del reciclaje de aguas grises.....	22
1.1.3.5 Usos más habituales de aguas grises tratadas	23
1.1.3.6 Consumo de agua y cantidad de aguas grises generadas en el hogar... 23	
1.1.3.7 Prototipos de sistemas integrados y sostenibles para tratamiento de aguas residuales domésticas.....	25
1.1.3.7.1 Macrófitas para uso en humedales	26

1.1.3.7.2	Zeolita como material filtrante	28
1.1.3.7.3	Cascara de huevo como material filtrante.....	30
1.1.4	Hipótesis.....	31
1.2	Objetivos:	32
1.2.1	Objetivo General	32
1.2.2	Objetivos Específicos.....	32
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA		33
2.1	Descripción de la Metodología.....	33
2.1.1	Población	34
2.1.2	Muestra	35
2.1.3	Materiales y Equipo	36
2.2	Métodos	38
2.2.1	Plan de Recolección de Datos.....	38
2.2.1.1	Preparación de los Lechos para Filtro y Humedal	38
2.2.1.2	Preparación de material didáctico para encuesta	42
2.2.1.2.1	Encuesta aplicada.....	43
2.2.1.2.2	RESULTADOS	45
2.2.2	Plan de Procesamiento y Análisis de Información.	53
2.2.2.1	Plan de procesamiento de la información.....	53
2.2.2.2	Plan de Análisis de la información	53
2.2.2.3	Caudal de Diseño	54
2.2.2.4	Dotación media actual	59
2.2.2.4.1	Promedio dotación vivienda.....	59
2.2.2.4.2	Dotación actual vivienda	59
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		61
3.1	Análisis y discusión de los resultados	61
3.1.1	Toma de muestras	61
3.1.2	Resultados obtenidos y comparación con el Tulsma 2015	63
3.1.2.1	Comparación de funcionamiento entre alternativas 1 y 2 de tratamiento	70
3.1.3	Dimensionamiento y diseño para almacenamiento y tratamiento de aguas grises y tratamiento.....	75
3.1.3.1	Uso de la ducha y lavamanos.....	76

3.1.3.2 Dimensionamiento de un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).....	77
3.1.3.3 Humedal de Flujo Sub Superficial.....	80
3.1.3.4 Filtro de Flujo Rápido Ascendente para Aguas Grises.....	83
3.2 Verificación de hipótesis	87
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
4.1 CONCLUSIONES.....	88
4.2 RECOMENDACIONES	92
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	93
Referencias Bibliográficas.....	93
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Análisis global de la calidad de agua necesaria en función de los usos	22
Figura 2. Esquema de humedales de flujo subsuperficial con flujo horizontal artificial	26
Figura 3. Esquema de humedales construidos de flujo superficial (arriba) y subsuperficial (abajo) con flujo horizontal. Cedido por Hans Brix (Universidad de Aarhus, Dinamarca)	28
Figura 4. Zona de incidencia directa del proyecto	35
Figura 5. Lechuguines “Echhornia Carssipes”.....	38
Figura 6. Zeolita mineral.....	39
Figura 7. Tratamiento cáscara de huevo	41
Figura 8. Tamaños cáscara de huevo a usar.....	41
Figura 9. Gráfico de resultados pregunta 8 encuesta	46
Figura 10. Gráfico de resultados pregunta 9 encuesta	46
Figura 11. Gráfico de resultados pregunta 10 encuesta	47
Figura 12. Gráfico de resultados pregunta 11 encuesta	48
Figura 13. Gráfico de resultados pregunta 12 encuesta	49
Figura 14. Gráfico de resultados pregunta 13 encuesta	50
Figura 15. Gráfico de resultados pregunta 14 encuesta	51
Figura 16. Gráfico de resultados pregunta 15 encuesta	52
Figura 17. Gráfico de comparación ingreso de aguas residuales VS. tabla 3, 8 y 9 TULSMA. 2015	64
Figura 18. Gráfico de comparación alternativas de tratamiento 1 y2 VS. Tablas 3, 8 y 9 TULSMA. 2015	67

Figura 19. Gráfico de resultados obtenidos aplicando la alternativa 1 y 2 de tratamiento VS. La muestra de ingreso	69
Figura 20. Gráfico de comparación entre resultados obtenidos de la alternativa 1 y 2 de tratamiento.....	71
Figura 21. Gráfico de comparación de porcentajes de remoción de contaminantes entre alternativa 1 y 2 de tratamiento	72
Figura 22. Gráfico de porcentajes de remoción de contaminantes entre alternativa 1 y 2 VS. Tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola. TULSMA. 2015 ...	74
Figura 23. Porcentajes de consumo de agua diario según su actividad en viviendas	75
Figura 24. Diseño y dimensionamiento de almacenamiento de aguas grises generadas por ducha y lavamanos.....	77
Figura 25. Diseño y dimensionamiento del filtro anaerobio de flujo subsuperficial F.A.F.A.....	80
Figura 26. Diseño y dimensionamiento del humedal de flujo subsuperficial	83
Figura 27. Diseño y dimensionamiento del filtro biológico	86
Figura 28. Filtro de flujo rápido ascendente (Alternativa 1).....	97
Figura 29. Agua post - tratamiento Alternativa	97
Figura 30. Humedal de Flujo Subsuperficial (Alternativa 2).....	98
Figura 31. Análisis de Laboratorio muestra de Ingreso previo al tratamiento.....	99
Figura 32. Análisis de Laboratorio Tratamiento Alternativa 1	100
Figura 33. Análisis de Laboratorio Tratamiento Alternativa 2	101
Figura 34. Ficha técnica Zeolita.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico	13
Tabla 2. Criterios de calidad d aguas para riego agrícola	14
Tabla 3. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	15
Tabla 4. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	16
Tabla 5. Tecnologías sostenibles, características y ventajas para la gestión integral y sostenible del agua	21
Tabla 6. Comparación de los sistemas naturales y los sistemas convencionales.....	21
Tabla 7. Consumo aproximado de agua por actividad en el Ecuador	24
Tabla 8. Materiales.....	36
Tabla 9. Equipo	37
Tabla 10. Preguntas básicas a evaluar.....	42
Tabla 11. Dotación de agua potable vivienda 1	55
Tabla 12. Dotación de agua potable vivienda 2	56
Tabla 13. Dotación de agua potable vivienda 3	57
Tabla 14. Dotación de agua potable vivienda 4	58
Tabla 15. Comparación de resultados de ingreso de aguas residuales con la tabla 3, 8 y 9 del TULSMA 2015	64
Tabla 16. Comparación de resultados Alternativa 1 y 2 de tratamiento con tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola. Tulsma. 2015	65
Tabla 17. Comparación de resultados Alternativa 1 y 2 de tratamiento con tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULSMA. 2015	66
Tabla 18. Comparación de resultados Alternativa 1 y 2 de tratamiento con tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. TULSMA. 2015.....	66
Tabla 19. Valores muestra de aguas residuales sin tratar y después de aplicar la alternativa 1 y 2 de tratamiento.....	68
Tabla 20 Comparación entre valores obtenidos en alternativas 1 y 2 de tratamiento	70
Tabla 21. Porcentajes de remoción de contaminantes en las alternativas 1 y 2 de tratamiento.....	72

Tabla 22. Valores de remoción de contaminantes en las alternativas 1 y 2 de
tratamiento con respecto a la tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola.
TULSMA. 2015 73

RESUMEN

La presente investigación nace de la necesidad de generar un ahorro y reutilización del agua, formando así un proyecto autosostenible para viviendas unifamiliares en zonas rurales, aplicando técnicas alternativas que permitan la reutilización de la misma.

Tomando como referencia el **Proceso de Construcción y Validación de Norma Técnica para regular el Abastecimiento de Agua y Saneamiento Rural** en acuerdo con el reglamento de la OPS y OMS, se aplicaron dos técnicas diferentes para el tratamiento de aguas grises.

La primera alternativa consiste en el almacenamiento del efluente previo a su paso por un filtro de flujo rápido ascendente el cual está conformado por una capa de 10 cm de rocas de cantera de tamaño entre 2 a 4 pulgadas, la siguiente capa de 40 cm conformada por zeolita mineral de entre 0.3 a 3.5 mm de granulometría y su capa final de 10 cm de espesor conformada por cáscara de huevo tratada entre una medida de 4.7 a 5 cm.

La segunda alternativa consiste en un circuito pequeño de tratamiento conformado por el almacenamiento de las aguas grises previo a su tratamiento por un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (F.A.F.A) y posteriormente su paso por un Humedal de Flujo Subsuperficial conformado por plantas acuáticas (lechuguines).

De esta manera se obtuvieron 3 muestras de agua diferentes, las muestras fueron trasladadas a un laboratorio en donde analizan su carga contaminante y la disminución de los mismos de tal manera que cumplan con los parámetros señalados por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Los resultados obtenidos tras el análisis de laboratorio muestran la factibilidad y eficacia de las dos alternativas de tratamiento propuestas en esta investigación.

Palabras clave: Rural, aguas grises, granulometría, filtro anaerobio, humedal, factibilidad, eficacia.

ABSTRACT

This research arose from the need to generate water savings and reuse, thus forming a self-sustainable project for single-family homes in rural areas, applying alternative techniques that allow water reuse.

Taking as a reference the Process of Construction and Validation of the Technical Standard to regulate Rural Water Supply and Sanitation in accordance with the OPS and OMS regulations, two different techniques were applied for the treatment of gray water.

The first alternative consists of storing the effluent prior to its passage through an upward fast-flow filter, which is made up of a 10 cm layer of quarry rocks between 2 and 4 inches in size, the next 40 cm layer made up of mineral zeolite of between 0.3 and 3.5 mm granulometry, and the final 10 cm thick layer made up of treated eggshell between 4.7 and 5 cm in size.

The second alternative consists of a small treatment circuit consisting of the storage of graywater prior to its treatment by an Anaerobic Upflow Filter (A.F.F.A) and its subsequent passage through a Subsurface Flow Wetland formed by aquatic plants (lechuguines).

In this way 3 different water samples were obtained, the samples were taken to a laboratory where they were analyzed for their pollutant load and their reduction in such a way that they comply with the parameters indicated by the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment (TULSMA, for its acronym in Spanish).

The results obtained after the laboratory analysis show the feasibility and effectiveness of the two treatment alternatives proposed in this research.

Keywords: Rural, gray water, granulometry, anaerobic filter, wetland, feasibility, efficiency.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

El agua es el elemento fundamental para la vida en nuestro planeta, desde la creación ha constituido la evolución de todas las especies llegando a ser el principal producto de uso y consumo de la humanidad, debido a lo que genera en cuanto a salud, alimentación, su respectivo uso en industrias y su distribución. El agua que nos rodea se la puede encontrar en diferentes estados y formas cumpliendo cada una con una función específica para el desarrollo del planeta tierra.

El agua en nuestro planeta ocupa las $\frac{3}{4}$ partes del mismo, haciendo que este recurso sea el más abundante, pero, así como la cantidad de agua es a gran escala, se debe tener en cuenta que no toda el agua existente tiene las cualidades para ser usadas por el hombre para su uso cotidiano.

Se sabe que para el consumo del ser humano y de la mayoría de los seres vivos el recurso que se ocupa principalmente es el agua, este aparte del consumo también se lo utiliza para la producción y la generación de otros recursos, cabe recalcar que el agua dulce existe en una menor proporción al agua total que existe en el planeta, es decir que el porcentaje de agua total existente en nuestro planeta no es consumible del todo; el agua de consumo es denominada agua dulce la cual existe en el planeta en una proporción mucho menor a la que encontramos en los mares, esto debido a que en su mayoría se encuentra en estado sólido en los polos, o también se la puede encontrar de manera subterránea. [1]

El agua dulce y su distribución a nivel mundial no se da de una manera equitativa, mucho menos en un flujo de tiempo constante, existen regiones y zonas en las que el agua es abundante y en gran cantidad, de la misma manera existen zonas que la escasez hace que se conviertan en lugares de difícil

supervivencia y sobre todo de llevar una vida restringida; a esto se debe tomar en cuenta las estaciones que posee nuestro planeta en donde existe lluvias frecuentes y otros sitios donde la lluvia solo se da pocas veces en pocos meses del año. Lo cual hace que nos preguntemos si podemos encontrar alguna manera de generar un ahorro o tratar de reciclarla generando una reserva. [2]

En la actualidad el consumo de agua dulce es elevado y usado para diferentes actividades como lo es: la agricultura, industria y uso doméstico; de esta manera se genera una gran demanda resultando en una necesidad de consumo, con una sobrepoblación cada año el agua de consumo se va reduciendo el recurso hídrico a nivel mundial. Debemos tener en cuenta que el agua no es un recurso renovable y como se mencionó es difícil de poseer en algunas zonas de nuestro planeta, también el uso del agua en las industrias va creciendo con el aumento de la población, debido a la necesidad que exista aumentará la producción para un mayor consumo de la población. De la misma manera en el campo de la agricultura el uso del agua es fundamental para generar una producción de alimentos, esto provoca un consumo muy alto, quizá el más alto de los mencionados anteriormente por las grandes extensiones de tierra que en la actualidad existen y se usan para la agricultura. [3]

El uso frecuente de agua provoca la contaminación de la misma, generando así grados de contaminación altos en los efluentes, a estas se las conoce como aguas residuales, existen varios tipos de agua residual como lo es: las aguas negras, aguas grises, agua dura, agua blanda, agua bruta, agua muerta, etc. Para las descargas de agua residual con el paso del tiempo se ha venido haciendo tratamientos y buscando la forma de cómo tratar este tipo de agua sin que tenga un gran impacto en el medio ambiente al verterlas nuevamente en un cauce natural.

En este proyecto nos enfocaremos en las aguas grises o aguas residuales no cloacales, este tipo de descarga se da por el uso doméstico que se emplea por el lavado de utensilios de cocina, limpieza y por aseo personal al ocupar el lavamanos y entrar a la ducha. Las aguas grises a diferencia de las aguas negras no contienen material orgánico procedente de heces fecales, de esta forma estas

pueden llegar a tener un nuevo uso que puede ser de recreación, para uso estético o para utilizarlo en regadío. [4]

La contaminación del agua es uno de los problemas más grandes que en la actualidad se analiza y se trata de buscar soluciones, las aguas residuales con el pasar de los años ha ido en aumento, y conforme a este crecimiento el mal manejo de la misma ha causado problemas de salud por el incremento poblacional urbano y rural. Pero, al tener un buen sistema de mantenimiento y monitoreo como en países del primero mundo como los es Estados Unidos y varios países europeos, se puede tener un mejor control, el problema de este tipo de infraestructuras es su alta demanda económica y en varias ocasiones no llega a ser suficiente para generar una calidad de agua eficiente. Varias organizaciones internacionales han marcado ciertos parámetros para que los efluentes producidos por el uso del agua sean tratados de tal manera que sean lo suficiente neutras para no causar daño al medio ambiente, mucho menos a poblados que puedan encontrarse siguiendo su recorrido, para esto las modificaciones físicas, químicas y microbiológicas pueden variar la potabilización del recurso. Entre los tipos de contaminación tenemos la física: la cual consiste en sólidos no disueltos que pueden ser de origen natural o por el arrojamiento de productos usados por las diferentes actividades.

Los contaminantes químicos: son aquellos que comprenden tanto contaminantes inorgánicos y orgánicos, estos pueden ser disueltos o llegan por medio de la descarga de aguas residuales todos estos por actividad humana.

Y por último la contaminación microbiológica que son desechos orgánicos los cuales son procedentes de los desperdicios alimenticios que posteriormente serán atacados por bacterias. [5]

Según los datos generados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en la actualidad solo el 13.7% de las aguas servidas en América Latina y el Caribe tiene un tratamiento y en Ecuador solo se llega a tratar aproximadamente un 5%. [6]

El tratamiento de aguas residuales consiste en disminuir la carga contaminante antes de su devolución a su flujo natural para esto existen tratamientos

primarios, secundarios y terciarios. Cada tratamiento según el grado de contaminación es suficiente para que el flujo del agua pueda ser reutilizado o siga su curso natural sin afectar al medio ambiente mucho menos a la salud de los seres vivos. El avance del tratamiento de agua en países desarrollados ha llegado hasta las mismas casas o conjuntos en donde el agua se la trata directamente antes de llegar a los alcantarillados. Ahora muy aparte del tratamiento que recibe el agua también se busca un ahorro tanto en su consumo como en su utilización, para esto existen varios procesos como el recolectar agua lluvia o el reciclar el agua por un proceso de auto bombeo para una vivienda, en el cual existe tratamientos simples que remuevan sólidos y contaminantes físicos con el fin de que el agua pueda ser reutilizada en otros sectores de la vivienda sin emitir olores ni causar contaminación al suelo mucho menos que causa daños a la salud de los seres vivos. [7]

1.1.2 Justificación

A lo largo de la historia, el agua es una de las fuentes principales de vida en nuestro planeta, millones de personas tienen acceso a ella, pero no existe una equidad en cuanto a su distribución y consumo, existiendo un déficit para el acceso a la misma, generando más problemas al no disponer de las condiciones necesarias como su potabilización para consumirla, es decir no tienen acceso a utilizar este elemento de forma segura (tratada). [1]

Las aguas grises comprenden las descargas usadas en lava – vajillas, lavamanos y duchas, el tratamiento de este tipo de aguas grises en países desarrollados de América, Europa y Asia se ha logrado implementado plantas de tratamiento primario que ayuden a la reducción de contaminantes del agua para posteriormente ser vertidas en un sistema de depuración mayor y poder reutilizarlas; o de igual forma si la cantidad de contaminante baja un gran porcentaje estas puedan ser vertidas a sus cauces naturales sin causar un impacto severo al medio ambiente. Este tipo de tratamientos en países desarrollados tienen gran apertura para realizarse y con el tiempo han tomado fuerza, haciendo que cada vez se vaya mejorando su tratamiento. Cabe recalcar que estos tipos de sistema tienen un costo elevado, y el provocar un tratamiento efectivo para reutilizar estas aguas comprende una gran inversión y su instalación en cada vivienda; generando así ahorro y resguardo del agua, previniendo el desperdicio de la misma. [3]

En países en vías de desarrollo como en América Latina, los procesos que se han implementado es la recolección de aguas residuales y someterlas a un proceso general de tratamiento los cuales buscan disminuir los contaminantes del agua generados por el uso doméstico e industrial y consumo del hombre, con el fin de disminuir su carga contaminante antes de ser vertidas a sus cauces naturales o con el propósito de ser reutilizados en jardineras o en extensiones de campo. Para ellos diversos métodos amigables con el ambiente son propuestos como el uso de humedales que son una buena opción para tratar aguas negras y grises, de esta manera bajo procesos naturales generados por las raíces de estos humedales que atacan a los contaminantes se puede reducir

varios parámetros del agua contaminada como: sólidos en suspensión, turbidez y el color, etc. con el fin de poder ser reutilizarla. [8]

En el Ecuador contamos con procesos de tratamiento no efectivos o incompletos, los cuales por medio de alcantarillados o colectores dirigen el agua contaminada hacia plantas de tratamiento donde serán tratadas previo a su descarga hacia fuentes naturales de agua como son los ríos. Estos procesos en muchas ocasiones costosas no son capaces de reducir los contaminantes al máximo y al ser vertidos a sus cauces naturales siguen causando daño al medio ambiente y a la salud de pobladores que hacen el uso de la misma. En la provincia de Tungurahua existen numerosas plantas de tratamiento recolectando así las descargas de caudales contaminados y tratándolos para su posterior vertido en cauces naturales, pero muchas de estas plantas de tratamiento en periodos largos de funcionamiento no contaron con un mantenimiento fijo que permite su funcionamiento al 100% y a su vez muchas de ellas presentan problemas estructurales avanzados dejándolas inservibles con el tiempo. De esta manera la problemática de la contaminación en la provincia es vigente y existen poblados que hacen uso de las mismas para consumo personal y riego de cultivos que serán comercializados después.

Pero existe la probabilidad de generar un tratamiento instantáneo y sin un costo extenso para aguas grises, por medio de una recirculación volver a usar el agua tratada en una vivienda unifamiliar, así generar un ahorro en el consumo de la misma, por consiguiente el recuperar este recurso puede generar un desarrollo sostenible para el funcionamiento y el consumo dentro de viviendas unifamiliares sobre todo en zonas rurales, donde se dificulta su resguardo y tratamiento; para esto encontrar un tipo de tratamiento por medio de técnicas amigables con el ambiente y aplicables que puedan generar ahorro económico y conciencia social en el desperdicio del agua. [2]

La reutilización del agua puede llegar aplicarse en la agricultura con un tratamiento adecuado que no genere contaminación al suelo, de igual forma se puede depurar y regenerar para adecuar su condición según el destino a ser utilizada; esto puede ser el uso en el abastecimiento de agua a baterías sanitarias, jardinería y su uso como agua para limpieza doméstica. [3], [4]

Esto generaría la reducción de consumo de recursos y generará una ventaja económica y ambiental en zonas rurales en donde tener un tratamiento efectivo del agua es necesario. [5]

Es importante generar un ahorro en el consumo de agua y esto se logra con sistemas sustentables que permiten ese ahorro hasta un 40% en edificaciones y viviendas, de esta manera al ser aplicado a zonas rurales en donde el abastecimiento y uso del agua no es común o de un acceso fácil sería una buena alternativa para personas de recursos limitados. [9]

En la Parroquia Atahualpa el uso del agua es muy importante, debido a que es una zona rural en la cual entre sus principales actividades están: la agricultura, artesanía, pequeña industria, gastronomía y el transporte público y privado. Recalcando que su mayor extensión se dedica a la agricultura. El recurso agua está destinado para al menos 400 números de familias las cuales tienen el acceso para consumirla y la usarla de manera doméstica.

Dentro de la Parroquia Atahualpa la Comunidad Santa Fe, tiene como actividad principal la agricultura junto con la producción de especies menores y mayores de animales, al igual que en toda la parroquia; para la realización de estas actividades es fundamental la existencia de canales de riego para sus cultivos respectivos. Como es un sector con crecimiento poblacional la existencia de red pública de abastecimiento de agua potable es necesaria, la cual se encuentra activa en casi todo el territorio y da su servicio a la mayoría de población de la parroquia. [10]

Las familias dedicadas a la agricultura y la producción de animales de ganadería son pobladores de bajos recursos, esta población genera una gran demanda del uso del agua, pero por su estatus económico es difícil cumplir con el extenso pago del mismo para su uso, es de conocimiento general saber que las personas cuya producción comercial se basa en la agricultura son las que menos recursos económicos presentan por el bajo costo de sus ventas a comerciantes y puestos de mercado.

Por medio del uso de tratamientos convencionales para el agua y su bajo costo se puede generar un ahorro del consumo de la misma, bajando no solo la

cantidad que se debe pagar, sino generando una reutilización del agua, de esta manera el agua tratada se podría utilizar para el riego de sus propios surcos y usarla de igual manera para la limpieza de sus hogares. Entre varios usos para un tratamiento de aguas grises tenemos las membranas de microfiltración o ultrafiltración, el uso de filtros y humedales; los cuales sus materiales oscilan en diferentes tamaños de esta manera permite que el agua escurra reduciendo sus contaminantes, cabe recalcar que esta técnica se puede usar para contrarrestar la falta de agua para riego y jardinería, de esta manera reutilizarla y distribuirla usando diferentes técnicas que permitan su ahorro como la técnica de goteo. [4]

1.1.3 Fundamentación Teórica

En la actualidad la cantidad de personas que no disponen o tienen acceso al agua es desmesurado, a pesar que organizaciones internacionales han tratado de reducir esta situación cada vez es más complicado debido a condiciones ambientales y zonas donde se puede encontrar situaciones como; sequias, despilfarro y todo esto amenazado por la contaminación. [1]

La calidad del agua para uso doméstico se define por las características físicas, químicas, biológicas y microbiológicas que se vayan a evaluar por medio del análisis de parámetros diferentes cuyos resultados se tendrán que comparar con los valores que ya han sido referenciados para su diferente uso, aprovechamiento y conservación de la misma y el impacto hacia sus ecosistemas (OMS, 2006). [11]

Cuando no existe un tratamiento de aguas residuales domésticas y se aplican estos análisis se puede verificar que los resultados de parámetros bacteriológicos son negativos en cuanto a cómo debería ser históricamente; haciéndose notoria la mala calidad bacteriológica, pasando los límites de calidad para todos los usos y aprovechamientos del agua. [11]

La problemática de la falta de tratamiento de las aguas residuales, motivó a la expedición de una transitoria en la LORHUyA que contempla el cumplimiento progresivo por parte de los GADs. Para cumplir esta disposición se emitió la Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento, donde se desarrolla con mayor detalle los aspectos que influyen en la falta de saneamiento y establece los programas y acciones estratégicas para garantizar el ejercicio del derecho humano al agua potable y saneamiento (SENAGUA, 2016). [11]

1.1.3.1 Origen y características de las aguas grises

El termino aguas grises, tiene diferentes significados o modalidades dependiendo la norma, código u ordenanza que se manifiesta para conocer más

de esta. Siendo de forma general que las aguas grises no vienen a ser comparadas como aguas negras, esto significa que no son provenientes de baterías sanitarios (inodoros); es decir que son aguas de origen residual que no cuentan en su composición con residuos fecales en grandes cantidades.

Se define aguas grises como las aguas residuales domésticas que se generan por la utilización de lavabos, bañeras y lavadoras; a estas no se les puede agregar aguas generadas por lavabos de cocina (fregaderos).

Según la Guía técnica española de recomendaciones para reciclaje de aguas grises en viviendas y edificios promovido por AQUA España, define que el agua gris bruta como aquellas aguas residuales domésticas que son procedentes de duchas y lavamanos; dejando a un lado aguas procedentes de cocinas, lavavajillas, aguas hayan tenido un previo proceso industrial o que contengan productos químicos contaminantes y restos fecales. [3]

Existen diferentes tipos de contaminación de las aguas residuales dependiendo su procedencia, en el caso de aguas domésticas es muy diferente por lo que su tratamiento también lo es; entre los diferentes tipos de aguas grises se tiene:

- Aguas grises del tipo 1 o aguas de baja carga: ducha y lavabo.
- Aguas grises del tipo 2 o aguas de media carga: comprenden las mencionadas anteriormente e incluyendo aguas generadas por lavadora.
- Aguas grises del tipo 3 o aguas de alta carga: comprenden los mencionados anteriormente e incluyen descargas de fregaderos de cocina. [3]

1.1.3.1.2 Tratamiento de Aguas Residuales

Entre los tratamientos para agua residual según se han venido investigando y mejorando con el paso de los años, estos han llegado a dividirse entre:

- **Tratamientos Preliminares**

Este tipo de tratamiento tiene como objetivo garantizar la preparación de las aguas residuales previo a la entrada hacia las instalaciones de una planta de tratamiento, de esta manera eliminar o reducir las condiciones que puedan presentar daño a la parte estética de una planta de tratamiento como lo es: la eliminación de sólidos gruesos, arenas, gravilla, olor, aceites y grasas.

Entre los tratamientos preliminares más comunes están: rejas o cribados, trituradores, trampa de grasas y desarenadores. [12]

- **Tratamientos Primarios**

Su principal funcionamiento es eliminar o remover la mayor parte de materia flotante o sedimentable por el uso de medios físicos, a estos se le debe tener en cuenta que pueden hacer una reducción de carga orgánica como lo es el DBO y los sólidos suspendidos esta disminución se puede encontrar en rangos entre: el 20 - 40% y el 50 – 60% respectivamente. [12]

- **Tratamientos Secundarios**

Se trata de obtener una reducción de los compuestos orgánicos que estén presentes en el agua residual, este proceso es el encargado de convertir la materia orgánica y sólidos sedimentables floculentos que luego podrán ser separados en un tanque de decantación. Los tratamientos secundarios más utilizados son aquellos que presentan un proceso biológico entre los más conocidos esta los lodos activados y filtros percoladores, dentro de estos procesos también entran lagunas de estabilización y aeradas, la eliminación esperada en este tipo de tratamientos es del 85% al 95% en la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO. [12]

- **Tratamientos Avanzados o terciarios**

El objetivo principal de este tratamiento es el complemento de los mencionados anteriormente, con la finalidad de reducir la carga contaminante y generación de efluentes más puros, que pueda ser usados en acuíferos, recreación, agua industrial entre otros.

Este tratamiento está conformado por procesos físicos, químicos y biológicos. [12]

1.1.3.1.3 Parámetros a cumplir del agua residual tratada

El agua residual generada por las diferentes actividades y uso diario, ya sea de origen domiciliario, industrial, agrícola o generada por precipitaciones , en cualquiera de estos casos al presentar una concentración de contaminantes, estas ya no pueden ser reutilizados mucho menos vertidas a fuentes naturales, por este motivo existen plantas de tratamiento que se encargan de mejorar su carga contaminante previo a su descarga a ríos; para esto existen parámetros que se deben cumplir conforme dicta la ley. El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA es la ley que rigen en el Ecuador, en donde se marcan los valores máximos permisibles que deben cumplir para consumo humano y doméstico o para formar parte del sistema de alcantarillado público, descarga a un cuerpo de agua dulce y uso como agua de riego agrícola. [13]

Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Fuente: TULSMA 2015 [13]

Tabla 2. Criterios de calidad d aguas para riego agrícola

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	PelículaVisible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

Fuente: TULSMA 2015 [13]

Tabla 3. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: TULSMA 2015 [13]

Tabla 4. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmino	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1

Fuente: TULSMA 2015 [13]

Tabla 4. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce (continuación)

Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente: TULSMA 2015 [13]

1.1.3.1.4 Parámetros analizados en los tratamientos de aguas grises

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

Representa la cantidad de oxígeno que se consume al momento que el agua residual comienza a biodegradarse después de los 5 días de su almacenamiento. Cuando los resultados del DBO son altos, significa que existe una contaminación orgánica concentrada, esto significa que parte de su origen pueden ser vertidos de residuos industriales o tener residuos generados por la agricultura. [14]

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Se denomina como una medida del oxígeno equivalente de la materia orgánica que ha sido susceptible a la oxidación debido al uso de un químico oxidante en aguas residuales, la concentración elevada del DQO afecta a los recursos naturales del agua. [14]

- **Material Flotante**

La presencia de material flotante es un indicador de la existencia de contaminación del agua, esto permite la acumulación de organismos patógenos que llegan a generar una alta contaminación. Debido a estos antecedentes la normativa exige la ausencia total de material flotante luego del tratamiento del agua residual. [12]

- **Nitritos**

Son indicadores de la calidad del agua, los nitritos llegan a formarse por la biodegradación de los nitratos, compuestos orgánicos nitrogenados e incluso nitrógeno amoniacal, la presencia abundante de nitritos en el agua es un indicador de la presencia fecal en cuerpos de agua dulce. [13]

- **Aceites y grasas**

Son compuestos que están presentes en todas las aguas residuales domesticas en zonas urbanas y rurales. Este tipo de contaminantes causan gran daño a los sistemas de depuración de aguas residuales produciendo atascos, este tipo de contaminantes repercuten en la calidad del agua y pueden producir afecciones de diferente naturaleza. [13]

- **Sulfatos**

Los sulfatos están presentes en todas las aguas, son los principales componentes disueltos en precipitaciones, la acumulación de sulfatos en el agua puede producir infecciones estomacales en cantidades elevadas. [13]

- **pH**

La alta concentración de pH en el agua puede producir acidez en el agua, mientras que los niveles bajos del pH aumentan la alcalinidad del agua, estos se generan por procesos industriales, uso de químicos que alteran su acidez y su alcalinidad pudiendo provocar ulceraciones en órgano internos. [13]

1.1.3.2 Principios de gestión sostenible de recursos hídricos

La gestión de recursos hídricos históricamente se ha centrado proveer un suministro de agua para varias actividades de los humanos con demandas crecientes y una calidad de agua que aumenta de manera progresiva y más estricta a lo largo de los años, para esto el requisito del desarrollo del recurso hídrico se basó en la manipulación del recurso natural.

La sostenibilidad es aplicable a varias actividades humanas en su sociedad; desde el punto de vista ambiental las actividades generadas por el hombre no son sostenibles ya que están contantemente degradando los ecosistemas naturales e interrumpiendo sus funciones para el soporte de la vida que son fundamentales. Para esto es necesario generar una visión a largo plazo en la que se pueda evaluar una solución encontrando una sostenibilidad y evaluando

la misma sobre todo si se refiere a la gestión de recursos hídricos. Según Asano la sostenibilidad está definida como el principio de optimizar beneficios de un sistema sin afectar a la capacidad de beneficios del futuro. [15]

1.1.3.3 Tecnologías sostenibles para el tratamiento del agua

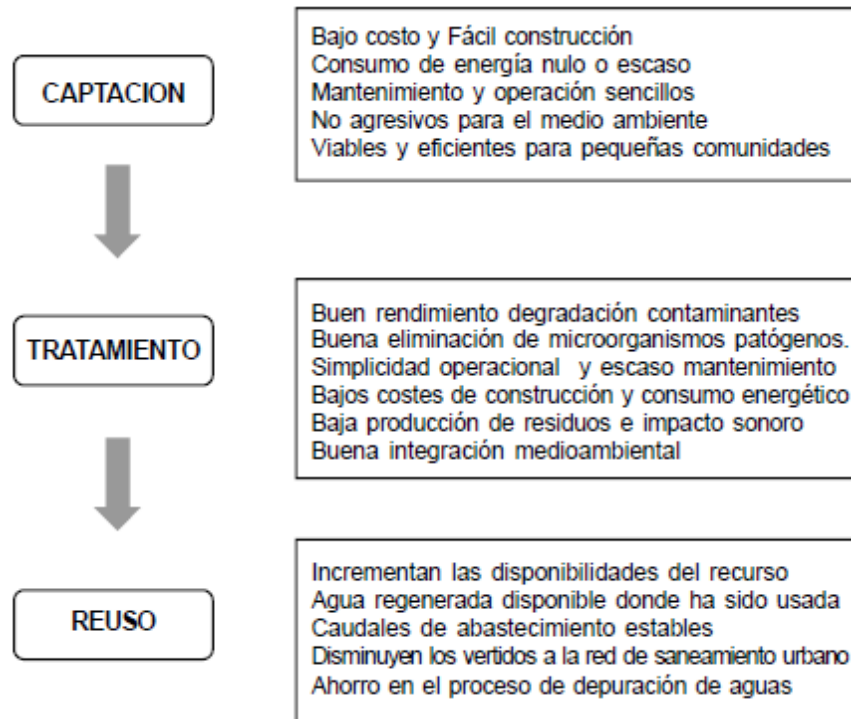
Ante la grave crisis del agua a nivel mundial son varios años que se lleva tratando de desarrollar una gestión ecosistémica del agua, la cual siga los principios de la sostenibilidad y desarrollo. De esta manera nos indican que los recursos hídricos son limitados y su mantenimiento depende de la conservación en buen estado de sus sistemas acuáticos, dependiendo como se realice una gestión eficaz basada en el ahorro, el reúso y la no contaminación del agua se puede realizar una gestión que se pueda integrar a cuencas hidrológicas. [1]

De esta manera el uso de tecnologías sostenibles toma un rol importante tanto para el abastecimiento del agua como para el tratamiento de la misma, convirtiéndose así en una solución para la crisis del agua, dependiendo de su alcance económico, social, legal y ambiental. Estas tecnologías sostenibles deben ser de bajo coste dependiendo la población a la que va atender. [1]

Para poder conseguir una gestión íntegra y sostenible del agua es muy importante el implementar tecnologías adecuadas para la captación y para su tratamiento, teniendo muy en cuenta que una fuente alternativa para un recurso hídrico está en el reúso de agua ya utilizada. [1]

Una tecnología sostenible dependería de los procesos naturales de depuración en el cual no interviene el uso de químicos y las cuales deben eliminar sustancias contaminantes por medio del uso de vegetación acuática, suelo y microorganismos. Este tipo de tecnologías requieren superficies más abiertas las cuales hacen su uso especialmente para ser aplicadas en zonas rurales, convirtiéndolas en influyentes para el desarrollo de comunidades y estimulando la participación ciudadana a procesos de participación que aumente su conocimiento técnico y dando un mayor interés al mantenimiento de sus recursos. [1]

Tabla 5. Tecnologías sostenibles, características y ventajas para la gestión integral y sostenible del agua



Fuente: Morató J, Subirana A, Carneiro A, Pastor R. [1]

Tabla 6. Comparación de los sistemas naturales y los sistemas convencionales

Sistemas Naturales	Sistemas Convencionales
Coste proyecto medio	Elevado coste proyecto
Bajo coste mantenimiento	Alto coste mantenimiento
Bajo o nulo consumo energético	Requiere consumo energético
No requiere personal técnico	Requiere personal técnico
Producción fangos baja o nula	Elevada producción fangos
Buena Integración en el medio	Baja Integración en el medio
No genera malos olores	Producción malos olores

Fuente: Morató J, Subirana A, Carneiro A, Pastor R. [1]

1.1.3.4 Ventajas y oportunidad del reciclaje de aguas grises

Se puede lograr la reducción del consumo de agua y recursos convencionales; de tal manera que pueden bajar su extracción de un medio natural. Otro beneficio sería la disminución del coste de tratamiento y su vertido de aguas residuales, esto generara una ventaja económica en pobladores de zonas rurales. [3]

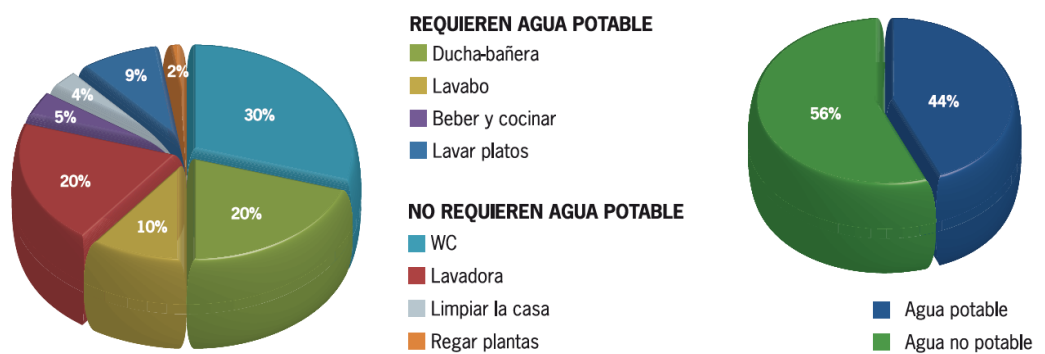


Figura 1. Análisis global de la calidad de agua necesaria en función de los usos

Fuente Suárez J, Jácome A, Del Río H, Torres D, Ures P. [3]

Las aguas grises que hayan sido tratadas tienen diferentes usos después de su depuración o tratamiento, dentro de estos usos se pueden aplicar a diferentes ámbitos como los son: viviendas unifamiliares y plurifamiliares; de igual manera en conjuntos residenciales, hoteles e industrias. Se debe tener muy en cuenta que los campos de aplicación de aguas grises tratadas excluyen totalmente el uso de la misma para consumo humano. [3]

1.1.3.5 Usos más habituales de aguas grises tratadas

1.1.3.5.1 Residencial

Este tipo de aguas tratadas se las puede usar en residencias con el fin de generar un ahorro y un menor consumo, uno de sus usos es como agua para funcionamiento de baterías sanitarias o inodoros, el riego de jardines, lavado de autos y limpieza del hogar. [3]

1.1.3.5.2 Público

En el ámbito público se puede hacer el uso en riego de zonas verdes y limpieza de pavimentos en calles y carreteras. [3]

1.1.3.6 Consumo de agua y cantidad de aguas grises generadas en el hogar

Un recurso muy importante que en la actualidad se desperdicia en cada vivienda es el agua; debido al uso desproporcionado del agua con el tiempo ha generado problemas ambientales, problemas de abastecimiento y de consumo. Teniendo en cuenta que en todo el país el agua potable se usa no solo para consumo sino para todas las actividades domésticas. [16]

La cantidad de agua gris que se genera depende del consumo que tenga una vivienda y de esto depende del número de habitantes que hay en ella y de los artefactos que posean en el hogar como por ejemplo una lavadora de ropa puede llegar a consumir de 40 a 60 [lts] y pudiendo llegar a los 100 [lts] dependiendo del año de fabricación. [16]

Tabla 7. Consumo aproximado de agua por actividad en el Ecuador

ACTIVIDADES DOMÉSTICAS	CONSUMO DE AGUA LTS
COCINA	COCINA
Lavar platos con grifo abierto (por 10 minutos)	100
Cocinas-beber por personas al día	3
Lavadora de platos (por ciclo)	30
Descongelar alimentos bajo grifo abierto	24
BAÑO	
Cepillarse los dientes con grifo cerrado solo enjuague	20
Cepillarse los dientes con grifo cerrado solo enjuague	0.9
Inodoro (por descarga)	8lt-15lt
Ducha (5 minutos)	100
Tina	300
Lavarse las manos con la llave abierta	19
OTROS	
Regar plantas	10
Lavado de auto con manguera	500
Lavado de auto con balde	50
Lavadora de ropa	200
Regar 1M2 de jardín a la semana	25

Fuente: Baquero María T. [16]

El agua gris está representando de forma general entre un 65 a 100% de las aguas residuales que se genera en un hogar, esto dependerá del tipo de aseo que se tenga en el hogar. [3]

La producción de aguas grises es directamente proporcional con el uso que se da al agua de abastecimiento, de la misma manera esto dependerá del probable reciclaje que se le pueda dar y su ahorro. [3]

Existen métodos domésticos para tratar aguas grises e incluso purificar el agua de consumo humano, esto consiste en usar sustancias químicas de purificación lo cual equivale a un riesgo a la salud. Aunque existen varias alternativas de tratamiento de aguas residuales. [2]

La ingeniería sanitaria se encuentra en un proceso de desarrollo en la cual ideas que se creían obsoletas han vuelto a retomar con nuevos conceptos. Como una alternativa muy viable y como parte de la solución hacia la escasez de agua que sufren varios sectores; la implementación de sistemas hidráulicos por casa permitirá reutilizar el agua tratada sin ocasionar problemas a la salud de los pobladores; por consiguiente, se contribuye al ahorro del recurso de manera sustentable. [2]

Los medios filtrantes que se pueden utilizar son: carbón activado, cascarón de huevo, tezontle, zeolita, bagazo de café, cascara de naranja, viruta de madera y hojas de maíz.

Para la remoción de las sustancias contaminantes de las aguas residuales el empleo de filtros de residuos orgánicos con la cáscara de naranja, cáscara de plátano, cáscara de huevo, tezontle y zeolita resultan ser muy buenos en la disminución de sus cargas contaminantes. [2]

1.1.3.7 Prototipos de sistemas integrados y sostenibles para tratamiento de aguas residuales domésticas

Los sistemas integrados y sostenibles para el tratamiento de aguas residuales doméstica es una solución para aplicar en viviendas especialmente de zonas rurales, de este modo aplicar el reúso de las aguas residuales con el retorno de las mismas a la vivienda donde beneficiaría a sus propietarios, de esta manera no se genera residuos para disponer al ambiente por consiguiente no genera una contaminación. [5]

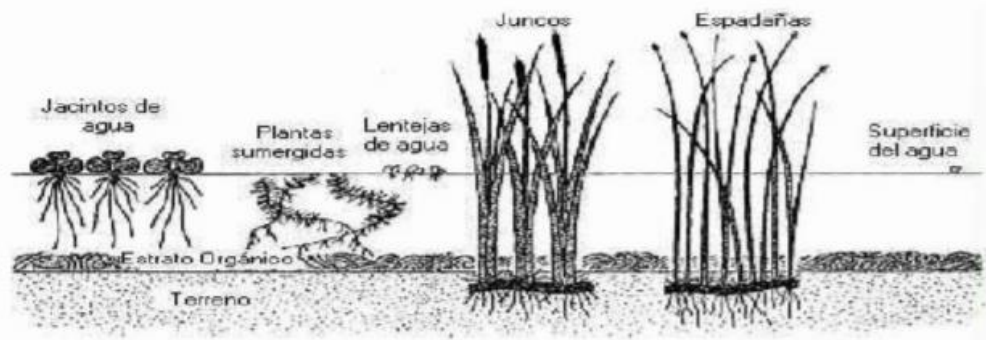
Por lo general la disposición de aguas residuales se las hace por medio del alcantarillado, pero esto significa un alto costo lo cual en un sector rural significaría un problema económico, pero con la implantación de sistemas descentralizados se puede llevar al mínimo el problema. [5]

Existen varias opciones de sistemas de tratamiento sostenibles para aplicar entre ellos tenemos:

Sistemas con humedales los cuales contemplan una trampa de grasas para aguas grises, se genera un tratamiento primario y secundario con el uso de humedales sembrando macrófitas. Dando como resultado que el agua tratada es beneficioso para el uso de riego de cultivos. La eficiencia según teorías de la remoción de contaminantes usando humedales se consideran altas, del 83% en DBO, 92% en SS, A, el 60% en N, 46% en P y 99% en CF. [5]

1.1.3.7.1 Macrófitas para uso en humedales

Los humedales artificiales están constituidos por áreas, las cuales registran una cantidad dentro de la superficie de estas contienen plantas acuáticas emergentes (macrófitas), las cuales, por medio de la interacción con los microorganismos presentes en el agua y la atmósfera como parte del proceso, permite remover materia orgánica.



Fuente: Metcalf & Eddy, Inc., 1996

Figura 2. Esquema de humedales de flujo subsuperficial con flujo horizontal artificial

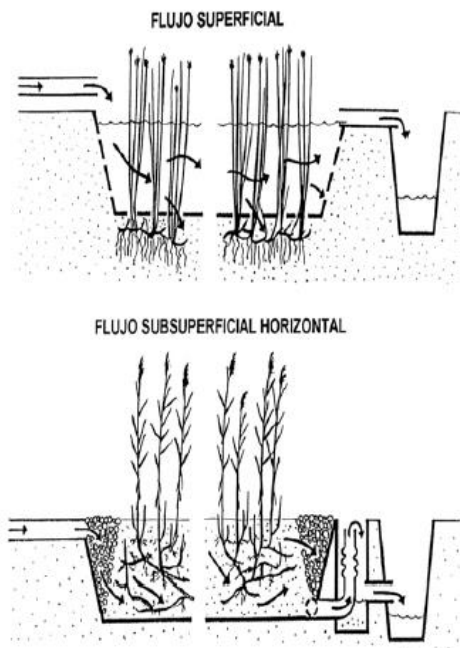
Fuente: Ingeniero Marco Antonio Viteri Briones [17]

El uso de macrófitas como el lechuguín (*Eichhornia*) o carrizo (*Arundo donax*), para quitar la contaminación de aguas grises generada por una vivienda unifamiliar debido al consumo y uso de agua en lavabos y duchas, los cuales no tienen un tratamiento previo es una iniciativa sostenible de tal modo el obtener una reducción de: turbidez, sólidos suspendidos, pH, DBO, DQO, sedimentos, etc. será un beneficio para la reutilización de la misma; para

corroborar los resultados a obtener serán necesarios análisis físicos – químicos y microbiológicos del agua, y estos deberán cumplir con los valores máximos permitidos establecidos por la legislación ambiental vigente; se busca saber si el uso de macrófitas es más efectivo en la limpieza del agua; incluso si una combinación de especies como el lechuguín o el carrizo podría derivar en un mejor resultado para el tratamiento de agua. [18]

Cabe recalcar que macrófitas como el carrizo y el lechuguín son adaptables para aguas que contienen contaminación, de esta manera se puede concluir que el empleo de estos métodos sostenibles son alternativas de descontaminación importantes debido a su bajo costo y por ende resultan ser una fuente efectiva para agricultores y residentes de zonas rurales de escasos recursos. [18]

El buscar generar una producción de agua tratada a partir de la generación de aguas grises, la recolección de aguas lluvias o su producción por medio de la generación de vapor, posteriormente el almacenamiento de la misma son algunas de las opciones importantes para generar y producir agua dejando de consumirlo de la dotación principal que a su vez provienen de fuentes naturales que corren el riesgo de extinguirse con el tiempo. Por ende, un buen tratamiento de esta representaría un ahorro de su uso en porcentajes rentables para familias de zonas rurales que podría generar un abastecimiento necesario para una vivienda. Cambiar el pensamiento de consumismo por uno de producción y regeneración; con esto llevar a todos los rincones en donde represente un ahorro y el acceso al agua se dificulta es una iniciativa que con el tiempo puede tomar fuerza a nivel mundial y que sería fundamental para salvaguardar un recurso tan valioso como el agua.



**Figura 3. Esquema de humedales
construidos de flujo superficial (arriba) y
subsuperficial (abajo) con flujo horizontal.
Cedido por Hans Brix (Universidad de
Aarhus, Dinamarca).**

Figura 3. Esquema de humedales construidos de flujo superficial (arriba) y subsuperficial (abajo) con flujo horizontal. Cedido por Hans Brix (Universidad de Aarhus, Dinamarca)

Fuente: Morató J, Subirana A, Carneiro A, Pastor R. [1]

1.1.3.7.2 Zeolita como material filtrante

Es un material que en su estado natural presenta una estructura porosa, la cual entre sus principales propiedades esta la absorción, esta de vital importancia para su uso en tratamiento y filtración de descarga de aguas residuales, entre sus otras principales funciones podemos hablar la desorción reversible del agua de esta manera dando a conocer su formación rocosa y su nombre científico.

Están compuestas por minerales de aluminio – silicatos hidratados, obteniendo así, un gran desempeño y utilidad en varios campos de investigación para salud

y construcción, llamando la atención de varios investigadores y logrando encontrar su uso en varias aplicaciones técnica – científicas. [19]

- **Usos y aplicaciones**

Una característica por la cual la zeolita tiene un uso de interés en industrias es debido a la gran retención de malos olores que poseen de esta manera, son usadas en diversos ambientes como lo es en las plantillas de los zapatos como en camas de gatos. [19]

Otra de sus principales características debido a su estructura porosa es la absorción de sustancias, esto se da debido a la deshidratación de la zeolita en la cual forman poros muy abiertos y estructuras internas extensas, de esta manera según el tamaño de sus poros se puede determinar el tamaño retenido de moléculas absorbidas que pasan a través de ellas; de esta manera su uso se extiende incluso hacia la purificación y separación de compuestos diferentes al agua. [19]

La zeolita como un material filtrante y su uso en filtros tiene resultados alentadores y grande eficacia al aplicarlo, atacando directamente a remoción de turbiedad, absorbente de aceites y separador de grasas; de la misma manera según pruebas realizadas por varios autores demuestra que tiene un gran porcentaje de remoción de microorganismos que pueden afectar a la salud como lo es E-coli. De esta manera se llegó a concluir que la concentración de microorganismos en la descarga no es directamente proporcional a la concentración al ingreso de las aguas residuales. [20]

El uso de Zeolita natural es de un alto uso para la filtración de agua residual, remoción de metales en aguas servidas industriales y su uso en albercas y piscinas; estas son considerados como filtros minerales debido a su composición que actúa como absorbentes de sustancias y sorción reversible. [19]

La zeolita aparte de ser un material eficaz al momento de usarla tiene un tiempo de utilidad elevado por lo tanto su tiempo saturación dependerá de la eficiencia de remoción de contaminantes y si se le aplica un lavado rutinario. [20]

1.1.3.7.3 Cascara de huevo como material filtrante

La cáscara de huevo es un compuesto orgánico que representa aproximadamente el 15% del peso en conjunto, su distribución está dada de manera principal por una matriz cálcica que en su interior se encuentran varias capas orgánicas formando membranas, de esta manera el calcio es el principal componente y el más importante en la composición de este material, se debe añadir la existencia de otros minerales como el sodio, magnesio, hierro, cobre, manganeso, zinc entre otros pero cabe recalcar que el porcentaje presente de estos minerales en la cáscara de huevo son en porcentajes muy bajos. [21]

En su estructura presenta una cantidad alta de poroso los cuales se encuentran formando túneles que permiten una corriente de aire entre el interior y exterior del mismo a través de sus cristales minerales los cuales tienen una mayor concentración en la zona ancha del huevo. [21]

Se encuentra rodeada por poros, pero en su interior existe una capa orgánica que representa el 90% de proteínas y su restante por carbohidratos y lípidos. La función que cumple esta capa orgánica es el formar una barrera para impedir el ingreso de microorganismos extraños y evitar la pérdida de agua protegiendo la integridad del huevo. [21]

Para usar la cáscara de huevo se necesita realizar previamente un lavado con el uso abundante de agua y ponerlo a secar al horno, después se debe triturarlo y hacer uso de las partículas de mayor tamaño. [21]

En los usos de la cáscara de huevo se puede determinar que ayuda al pH. La retención de agua y de aceite de la cascara de huevo son favorables para el tratamiento de aguas residuales debido a su grado de porosidad. De la misma manera la remoción de sólidos disueltos. [21]

El agua que se trata de manera sostenible es buena para el uso en la agricultura, tomando en cuenta como se ha explicado con anterioridad que esta agua tratada no debe ser de consumo humano, por lo tanto, este tipo de guas tienen una mayor concentración de nutrientes que ayudaras para ser utilizadas en la agricultura y minorando el uso de sustancias externas, ayudando no solo la economía del agricultor también contribuyendo al medio ambiente. [4]

Se debe tener muy en cuenta la presencia de microorganismos patógenos y metales pesados en caso que se deban tener en cuenta, ya que de presentar este tipo de problemas no es viable usarla en agua de regadío para la agricultura. De tal manera buscar la optimización del recurso agua y no sobrepasar los nutrientes necesarios por medio de controles que permitan aprovechar los nutrientes presentes en el agua residual tratada. [4]

1.1.4 Hipótesis

Hipótesis de trabajo

Se puede aplicar técnicas alternativas que permita el tratamiento de aguas grises generado por lavamanos y ducha, para usarse como agua de riego agrícola en viviendas unifamiliares en la parroquia Atahualpa, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

Hipótesis nula

No se puede aplicar técnicas alternativas que permita el tratamiento de aguas grises generado por lavamanos y ducha, para usarse como agua de riego agrícola en viviendas unifamiliares en la parroquia Atahualpa, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

1.2 Objetivos:

1.2.1 Objetivo General

Examinar un sistema de tratamiento de aguas grises para una vivienda unifamiliar mediante el uso de técnicas alternativas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones actuales en las cuales se encuentra el agua proveniente de lavabo y ducha de una vivienda unifamiliar para ser reutilizada en aguas de regadío.
- Establecer el uso de técnicas alternativas para el tratamiento de aguas grises en la parroquia Atahualpa, cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.
- Implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la Metodología

Se pretende realizar esta investigación con la aplicación de encuestas que permitan tener una idea de la clase de contaminantes que pueden generarse al utilizar los lavamanos y duchas.

Para realizar las encuestas se buscó viviendas unifamiliares estas de preferencia tipo MIDUVI, esto debido a que son viviendas de un área de construcción pequeña y en las cuales se puede realizar una implantación para la reutilización del agua por medio de un tratamiento simple.

Por medio de los resultados que arrojan las encuestas sabremos qué tipo de tratamiento se debe realizar y teniendo en cuenta los desperdicios que se arrojen hacia lavamanos y duchas.

Tipo de Investigación

En el proyecto que se propone se considera los siguientes tipos de investigación: Exploratoria, analítica, descriptiva y de laboratorio.

Investigación Exploratoria

Este tipo de investigación nos permitirá tener una idea general acerca de los compuestos que pasan por el lavabo y ducha en viviendas unifamiliares al formar el agua residual, de tal manera idear una posible solución al problema de la reutilización de las aguas grises generadas por familia en cada vivienda.

Investigación Analítica

Por medio de esta investigación se procederá a la recolección de datos en los cuales se especificará el mejor material que se puede usar para el tratamiento de las aguas residuales generadas por familia, teniendo en cuenta su desenvolvimiento e impacto al medio en que se lo quiere implantar.

Investigación Descriptiva

La investigación plateada procura encontrar la mejor técnica alternativa para el tratamiento de aguas grises generado por lavamanos y duchas, con la finalidad de rehusarlo y generar un ahorro significativo por familia.

Investigación de Laboratorio

Por medio de esta investigación se procura obtener resultados de los parámetros de agua residual y su cumplimiento para uso en agua de riego para la agricultura.

2.1.1 Población

La población tomada para este proyecto de investigación fueron viviendas unifamiliares, proporcionadas según datos del INEC y disponibles en su sitio web a nivel nacional, en donde se dividió por comunidades pertenecientes a la Parroquia de Atahualpa, tomando así la Comunidad de Santa Fe, con un número de 142 viviendas unifamiliares particulares ocupadas.

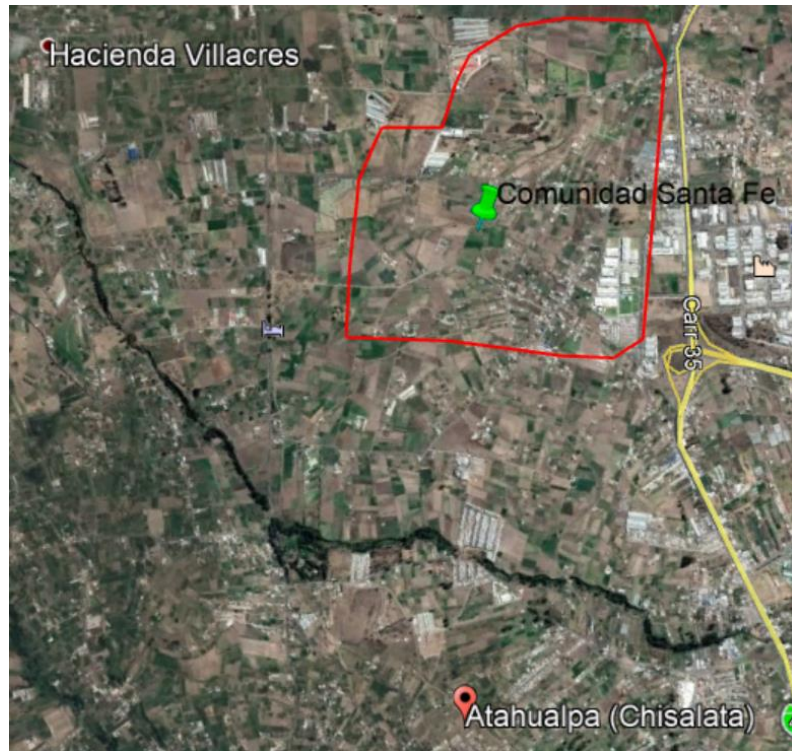


Figura 4. Zona de incidencia directa del proyecto

Fuente: El autor

2.1.2 Muestra

La muestra es un subconjunto o fracción de la población, para lo cual el tamaño de esta es una selección aleatoria simple con una confiabilidad del 95%, dando como resultado 33 viviendas unifamiliares tipo MIDUVI distribuidas en la zona de estudio. Obtenida de la siguiente manera:

- **Tamaño aproximado de la muestra:** $n_o = \frac{Z^2 * PQ}{E^2}$
- **Tamaño de la muestra:** $n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$

2.1.3 Materiales y Equipo

Tabla 8. Materiales

MATERIALES		
TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
TUBERIA PVC 3"	6	m
CODO PVC 3"	8	U
TEE PVC 3"	1	U
UNIÓN ROSCABLE 3"	8	
POLIPEGA	500	cm3
TEFLÓN	3	U
GRAVA ϕ 5 a 10 cm	8	sacos
PLANTAS MACRÓFITAS	20	U
ZEOLITA MINERAL	25	kg
COMPUTADORA	1	U
RESMA PAPEL BOND	2	U
IMPRESORA	1	U
BIDÓN DE PLÁSTICO	6	U
NAYLON DE 200 MICRAS	6	M2

Fuente: El autor

Tabla 9. Equipo

EQUIPO		
TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
PALA	1	U
TALADRO	1	U
PICO	1	U
CARRETILLA	1	U
CAMIONETA	1	U
PALUSTRE	1	U
BROCAS	1	U
CINCEL	1	U

Fuente: El autor

2.2 Métodos

2.2 .1 Plan de Recolección de Datos

Para la realización de este proyecto la compilación de material bibliográfico es fundamental permitiéndose de esta manera tener una idea general acerca de lo que se está investigando y los factores influyentes que se tendrán en cuenta para la elaboración de un sistema de rehúso de aguas residuales.

2.2.1.1 Preparación de los Lechos para Filtro y Humedal

- “Lechuguín” *Eichhornia carssipes*

Se conoce como lechuguín o Jacinto de agua perteneciente a la familia pontederiáceas originarias en América del Sur. Este tipo de planta está presente alrededor de todo el mundo en varios lugares denominadas como malas hierbas; es una especie flotante con raíces sumergidas. [17]

Se las usa para adornar lagos, pequeños embalses y estanques donde sirven como refugio de peces, pueden subsistir en temperaturas que oscilan los 20 a 30 °C.

La plantación de lechuguín se coloca en una fosa que consiste en impermeabilizar con geomembrana para posteriormente llenarla del agua residual proveniente de la ducha y el lavabo. [17]



Figura 5. Lechuguines “Eichhornia Carssipes”

Fuente: El autor

La reproducción del lechuguín es rápida a los 15 días se puede observar un incremento en su población, por lo tanto, se recomienda que se le dé un mantenimiento cada 30 días llevando un control de plagas y una limpieza de la sobrepoblación de la especie para que no exista competencia alguna por el espacio a ocupar. [17]

- **Zeolita Mineral**

La Zeolita mineral tiene varias ventajas para su uso en el tratamiento de aguas grises por medio de filtración, de la misma manera tiene una reacción muy buena al aplicarse en los en la agricultura orgánica ayudando así a una mejora del suelo debido a su aporte de calcio, potasio, hierro y varios minerales más; disminuyendo su contaminación ambiental y al tener una elevada disponibilidad de agua ayuda reteniendo la humedad. [19]

La Zeolita mineral viene en diferentes granulometrías como son de 0.01 a 1.6 [mm] y de 0.7 a 26 [mm], por motivos de retención de fluidos se utilizó la segunda medida de granulometría. La Zeolita mineral presenta una porosidad del 20% con tonos de color verde amarillento y crema verdoso. [19]



Figura 6. Zeolita mineral

Fuente: El autor



Figura 6. Zeolita mineral

Fuente: El autor

- Cáscara de Huevo

Las cáscaras de huevo se obtuvieron del restaurante La Casola ubicado en la ciudadela España calles Barcelona y Madrid de la ciudad de Ambato, se emplearon un total de 80 cáscaras de huevo recolectados en 1 semana.

Previo a su utilización primero se procedió a lavar todas las cáscaras de huevo con abundante agua de modo que todas las membranas orgánicas formadas en su interior sean retiradas. [21]

Posteriormente se puso a secar todas las cáscaras de huevo a temperatura ambiente para después llevarlas al horno en donde el tratamiento de secado se realizó por un tiempo de 2 horas a una temperatura de 200 °C. [21]



Figura 7. Tratamiento cáscara de huevo

Fuente: El autor

Después de su enfriamiento se procedió a triturarlas de manera manual, aquí luego de la preparación del lecho y tras el triturado manual se obtuvieron diferentes tamaños de las cáscaras entre 0.5 a 18 [mm] y 47.5[mm] a 50 [mm]; de esta manera para el filtro se utiliza las partículas de mayor tamaño. [21]



Figura 8. Tamaños cáscara de huevo a usar

Fuente: El autor

2.2.1.2 Preparación de material didáctico para encuesta

Para la recolección de datos a evaluar para el proyecto de investigación se tuvo en cuenta algunas técnicas de evaluación, siendo más factible la aplicación de encuestas, en las que se asumen interrogantes importantes que ayudarán al conocimiento del medio que estamos trabajando y brindando una visión clara de lo que vamos a realizar.

Tabla 10. Preguntas básicas a evaluar

Preguntas básicas	Explicación
1. ¿Qué evaluar?	El caudal que se genera al usar la ducha y el lavamanos, si es de manera constante o no; y que sustancias son desalojadas al usar estos aparatos sanitarios.
2. ¿Sobre qué evaluar?	Los tipos de hora pico de uso de ducha y lavamanos y el proponer s reutilización en otros campos necesarios para la vivienda unifamiliar.
3. ¿Quién evalúa?	Enrique Gonzalo Espín Jácome.
4. ¿A quiénes evalúa?	Miembros de viviendas unifamiliares.
5. ¿Dónde evalúa?	Parroquia Atahualpa del Cantón Ambato.
6. ¿Cómo y con qué?	Realizando visitas a viviendas unifamiliares de la parroquia Atahualpa y por medio de la aplicación de encuestas acerca de parámetros del uso del lavamanos y ducha hacia los usuarios de la parroquia mencionada.

Fuente: El autor

2.2.1.2.1 Encuesta aplicada

La presente encuesta tiene como objetivo el determinar el tipo de efluente procedente de lavamanos y ducha de una vivienda unifamiliar, como parte del desarrollo del trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema “ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PROCEDENTES DEL LAVABO Y DUCHA CON EL USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

1. **Provincia:** Tungurahua
2. **Cantón:** Ambato
3. **Parroquia:** Atahualpa
4. **N° de personas que habitan en la vivienda:** Promedio de 5 hab. Por vivienda
5. **m² de vivienda:** 49 m²
6. **Fecha de entrevista:** 10 de enero del 2020
7. **¿Cuánto paga al mes?** Promedio de \$7.50

8. **¿Cierra la llave del lavamanos mientras se cepilla los dientes?**

SI	NO
11	22

9. **¿Al bañarse usted cierra la ducha para jabonarse?**

SI	NO
11	22

10. ¿Qué tipo de desperdicios son evacuados por lavamanos y duchas?

	Desperdicios de comida	Jabones	Shampoo	Pasta de dientes	Espuma de afeitar	Otros
Lavamanos	0	33	33	33	30	0
Ducha	0	33	33	0	3	0

11. ¿Cree usted necesario implementar un sistema para reutilización del agua generada por lavamanos y duchas?

SI	NO
29	4

12. ¿Posee agua potable en su vivienda?

SI	NO
30	3

13. ¿Utiliza agua de regadío?

SI	NO
14	19

14. ¿Existe cortes de agua en su vivienda?

SI	NO
0	33

15. ¿En qué lapso del día existe más uso del lavamanos y ducha en su vivienda?

Mañana	24
Tarde	3
Noche	6

2.2.1.2.2 RESULTADOS

8. ¿Cierra la llave del lavamanos mientras se cepilla los dientes?

SI	NO
11	22
PORCENTAJES	
33 %	67 %

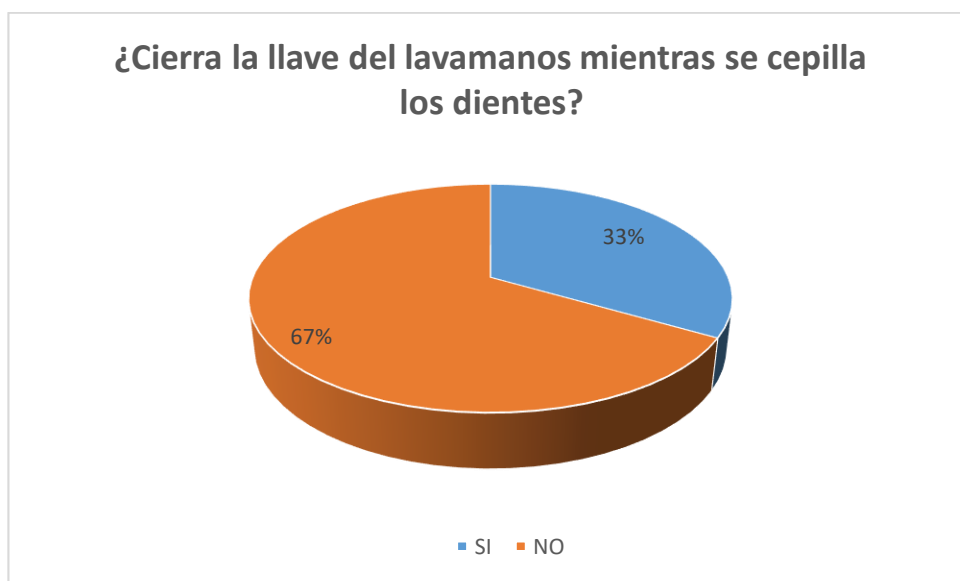


Figura 9. Gráfico de resultados pregunta 8 encuesta

Fuente: El autor

9. ¿Al bañarse usted cierra la ducha para jabonarse?

SI	NO
11	22
PORCENTAJES	
33 %	67%

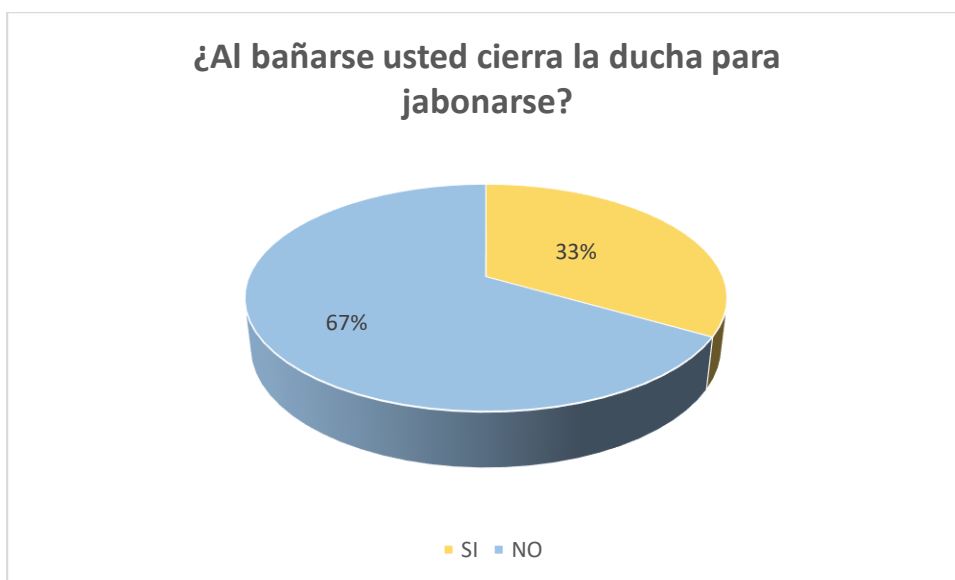


Figura 10. Gráfico de resultados pregunta 9 encuesta

Fuente: El autor

10. ¿Qué tipo de desperdicios son evacuados por lavamanos y duchas?

	Desperdicio s de comida	Jabone s	Shampo o	Pasta de diente s	Espum a de afeitar	Otro s
Lavamanos	0	33	33	33	30	0
Ducha	0	33	33	0	3	0

PORCENTAJES	0 %	100 %	100 %	100 %	90.91%	0%
				0 %	9.09 %	

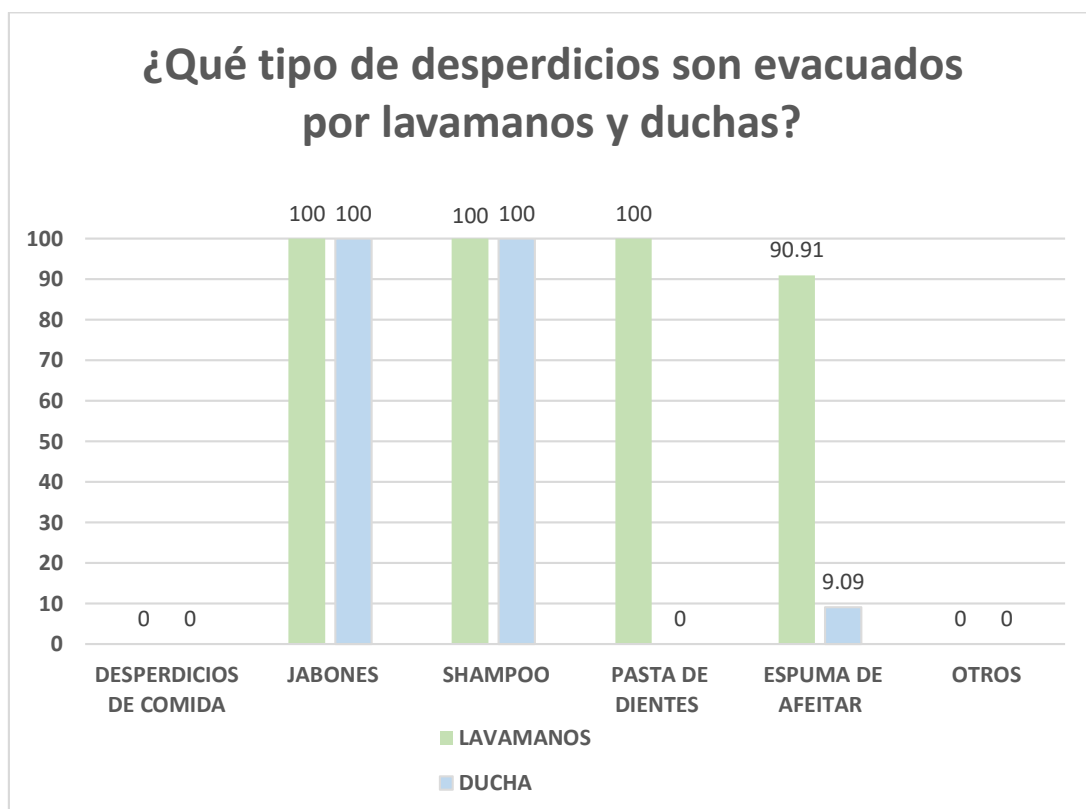


Figura 11. Gráfico de resultados pregunta 10 encuesta

Fuente: El autor

11. ¿Cree usted necesario implementar un sistema para reutilización del agua generada por lavamanos y duchas?

SI	NO
29	4
PORCENTAJES	
88 %	12 %

¿Cree usted necesario implementar un sistema para reutilización del agua generada por lavamanos y duchas?

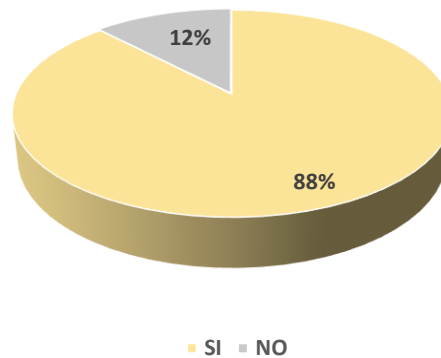


Figura 12. Gráfico de resultados pregunta 11 encuesta

Fuente: El autor

12. ¿Posee agua potable en su vivienda?

SI	NO
30	3
PORCENTAJES	
91 %	9 %

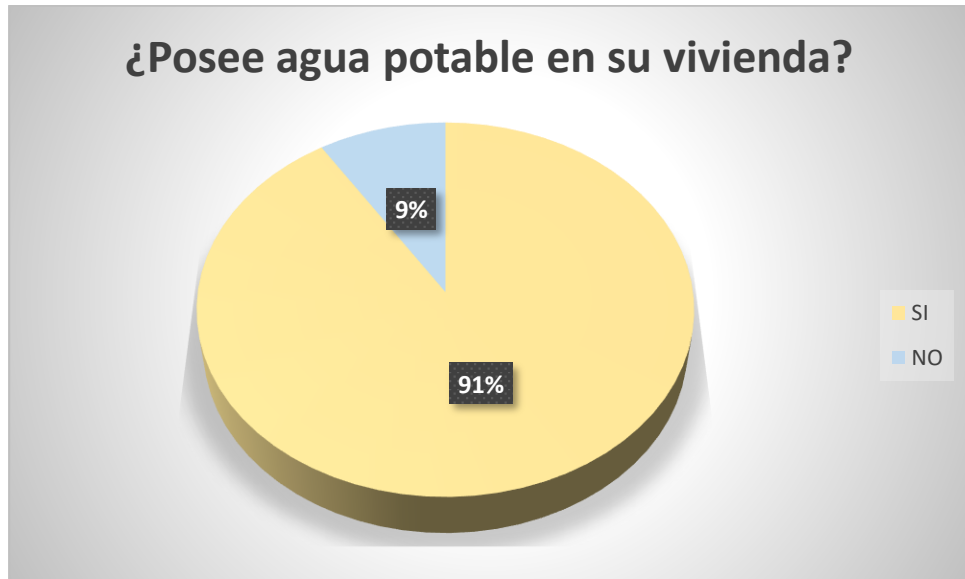


Figura 13. Gráfico de resultados pregunta 12 encuesta

Fuente: El autor

13. ¿Utiliza agua de regadío?

SI	NO
14	19
PORCENTAJES	
42 %	58 %

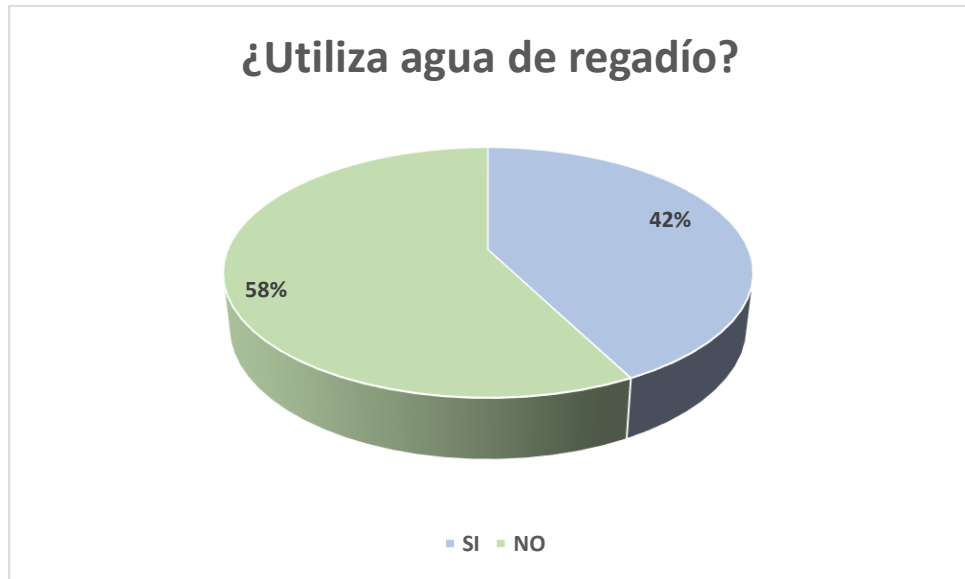


Figura 14. Gráfico de resultados pregunta 13 encuesta

Fuente: El autor

14. ¿Existe cortes de agua en su vivienda?

SI	NO
0	33
PORCENTAJES	
0 %	100 %



Figura 15. Gráfico de resultados pregunta 14 encuesta

Fuente: El autor

15. ¿En qué lapso del día existe más uso del lavamanos y ducha en su vivienda?

Mañana	24	73 %
Tarde	3	9 %
Noche	6	18 %



Figura 16. Gráfico de resultados pregunta 15 encuesta

Fuente: El autor

2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información.

2.2.2.1 Plan de procesamiento de la información

El procesamiento y análisis de información se llevará a cabo mediante el siguiente método estructurado:

- a) Ejecutar por medio de investigaciones bibliográficas la aplicación de técnicas alternativas para el tratamiento y reutilización de aguas grises generadas por lavamanos y duchas.
- b) Plantear una metodología en donde se permita conocer la cantidad de agua que se ocupa en los diferentes accesorios del baño de una vivienda unifamiliar (lavamanos y ducha), de esta manera tener un registro del volumen de aguas grises que será tratada y reutilizada en otras actividades del hogar; para ello la aplicación de una encuesta eficaz que permita la recolección de datos e información necesaria para el presente proyecto de investigación.
- c) Tabular la información y a su vez constatando la validez de los datos obtenidos.
- d) Relacionar los datos obtenidos con el tipo de tratamiento que se puede dar y la cantidad de agua tratada que se generará para otras actividades del hogar.

2.2.2.2 Plan de Análisis de la información

- a) Mediante el uso de un software realizar un análisis detallado de la información obtenida, interpretando los resultados que permitirán datos relevantes para el desarrollo de la investigación.
- b) Mediante la información bibliográfica investigada, optar por una técnica alternativa eficaz para el tratamiento y reutilización del agua generada por duchas y lavamanos, minimizando sus contaminantes.
- c) Sugerir una solución eficaz para que las aguas grises generadas por lavamanos y ducha de una vivienda unifamiliar sean reutilizadas en otras actividades.

d) Ratificar la hipótesis planteando conclusiones y recomendaciones con respecto a los objetivos que se plantearon del trabajo de investigación.









2.2.2.3 Caudal de Diseño

Previamente al cálculo del caudal de diseño se realizó el consumo y la dotación de agua en 4 viviendas unifamiliares diferentes, los cuales fueron tomados entre las 12H00 y 13H00 de la tarde, durante 8 días.

De esta manera se obtuvo una dotación de agua para las cuatro viviendas y posteriormente se calculó un promedio de estas para la obtención del caudal de diseño.

➤ **Dotación 1**

Tabla 11. Dotación de agua potable vivienda 1

DOTACIÓN VIVIENDA 1					
DIA	FECHA	HORA	FOTO	MEDIDA	DIFERENCIA [m³]
MIÉRCOLES	10 Feb. 2020	12H01		1680.8240	1.1210
JUEVES	11 Feb. 2020	12H05		1681.945	0.7940
VIERNES	12 Feb. 2020	12H00		1682.739	0.8320
SÁBADO	13 Feb. 2020	12H10		1683.571	1.7750
DOMINGO	14 Feb. 2020	12H00		1685.346	1.0710
LUNES	15 Feb. 2020	12H04		1686.417	0.8040
MARTES	16 Feb. 2020	12H03		1687.221	0.8670
MIÉRCOLES	17 Feb. 2020	12H05		1688.088	1.0377

Fuente: Estefanía Peñaloza

➤ **Dotación 2**









Tabla 12. Dotación de agua potable vivienda 2

DOTACIÓN VIVIENDA 2					
DÍA	FECHA	HORA	FOTO	MEDIDA	DIFERENCIA [m ³]
MIÉRCOLES	10 Feb. 2020	12H00		3879.0395	0.2859
JUEVES	11 Feb. 2020	12H01		3879.3254	1.3489
VIERNES	12 Feb. 2020	12H00		3880.6743	0.3168
SÁBADO	13 Feb. 2020	12H05		3880.9911	0.2158
DOMINGO	14 Feb. 2020	12H04		3881.2069	0.2460
LUNES	15 Feb. 2020	12H02		3881.4529	0.7505
MARTES	16 Feb. 2020	12H00		3882.2034	0.5316
MIÉRCOLES	17 Feb. 2020	12H00		3882.735	0.5279

Fuente: El autor

➤ **Dotación 3**









Tabla 13. Dotación de agua potable vivienda 3

DOTACIÓN VIVIENDA 3					
DÍA	FECHA	HORA	FOTO	MEDIDA	DIFERENCIA [m ³]
MIÉRCOLES	10 Feb. 2020	12H10		592.6240	0.3830
JUEVES	11 Feb. 2020	12H11		593.007	0.5840
VIERNES	12 Feb. 2020	12H06		593.591	0.4830
SÁBADO	13 Feb. 2020	12H05		594.074	2.6130
DOMINGO	14 Feb. 2020	12H04		596.687	0.3460
LUNES	15 Feb. 2020	12H01		597.033	0.2950
MARTES	16 Feb. 2020	12H05		597.328	1.2960
MIÉRCOLES	17 Feb. 2020	12H03		598.624	0.8571

Fuente: Francisco Espinosa

➤ **Dotación 4**

Tabla 14. Dotación de agua potable vivienda 4

DOTACIÓN VIVIENDA 4					
DIA	FECHA	HORA	FOTO	MEDIDA	DIFERENCIA [m³]
MIÉRCOLES	10 Feb. 2020	12H01		430.5030	0.4490
JUEVES	11 Feb. 2020	12H05		430.952	0.1810
VIERNES	12 Feb. 2020	12H00		431.133	1.3000
SÁBADO	13 Feb. 2020	12H10		432.433	0.3890
DOMINGO	14 Feb. 2020	12H00		432.822	1.0630
LUNES	15 Feb. 2020	12H04		433.885	0.4220
MARTES	16 Feb. 2020	12H03		434.307	1.1820
MIÉRCOLES	17 Feb. 2020	12H05		435.489	0.7123

Fuente: Andrés Tafur

2.2.2.4 Dotación media actual

En la determinación de la dotación media actual se toma en cuenta los aspectos de los habitantes por vivienda unifamiliar realizados anteriormente en la aplicación de encuestas en el área del proyecto. Dando así los siguientes resultados:

2.2.2.4.1 Promedio dotación vivienda

$$Pd1 = 0.5279 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Pd2 = 0.8571 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Pd3 = 0.7123 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Pd4 = 1.0377 \text{ m}^3/\text{día}$$

2.2.2.4.2 Dotación actual vivienda

$$Da1 = \frac{\textit{Promedio de lecturas}}{\textit{número de personas por vivienda}}$$

$$Da1 = 0.5279 \frac{\text{m}^3}{4 \text{ hab}} * \frac{1000 \text{ lt}}{\text{m}^3} * \frac{1}{\text{día}}$$

$$Da1 = 195.95 \text{ lt/hab/día}$$

$$Da2 = 214.275 \text{ lt/hab/día}$$

$$Da3 = 178.08 \text{ lt/hab/día}$$

$$Da4 = 259.43 \text{ lt/hab/día}$$

Finalmente, la dotación media actual calculada para una vivienda unifamiliar será:

$$Dma = \frac{(131.98 + 214.28 + 178.08 + 259.43) \text{ lt/día/hab}}{4}$$

$$\bar{Dma} = 195.94 \text{ [lt/hab/día]}$$

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Toma de muestras

Se tomaron muestras instantáneas necesarias de las aguas grises generadas por el lavabo y ducha de una vivienda unifamiliar, así de esta manera la primera muestra de agua se tomó del almacenamiento que se colocó fuera de la vivienda con el fin de recolectar el efluente de agua generado por ducha y lavamanos, allí las aguas grises se acumulan después del uso en la vivienda, estas muestras se tomaron el Lunes 23 de noviembre del 2020 a las 08H30 de la mañana, previo su ingreso al filtro de flujo ascendente anaerobio (F.A.F.A.) y posteriormente su paso por el humedal de flujo subsuperficial.

Las siguientes dos muestras se tomaron de la siguiente manera:

La primera a la salida del filtro orgánico de flujo ascendente compuesto por las capas de grava entre 2 a 4 pulgadas, zeolita mineral y cascarones de huevos, la muestra fue tomada el día lunes 23 de noviembre del 2020 a las 10H30 de la mañana; esta muestra se tomó después de 5 días de haber pasado el filtro orgánico y posterior almacenamiento.

La segunda muestra se tomó el Lunes 23 de noviembre del 2020 a las 11H00 de la mañana, esta muestra de agua se tomó en el lapso de 20 días después de haber pasado por el circuito de tratamiento, debido a que el procedimiento de tratamiento es más largo esto por su paso del almacenamiento al filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), donde el caudal generado a tratar es aproximadamente 54 litros por día que después de manera seguida pasara al humedal de flujo sub superficial hasta su salida hacia su almacenamiento.

De esta manera fueron tomadas 3 muestras, siendo cada muestra tomada de acuerdo a lo mencionado en normas ecuatorianas como la NTE INEN 2 176, con el fin de cumplir las técnicas de muestreo para análisis de control de calidad de aguas residuales. La normal recomienda el uso de recipientes de vidrio

debido a la facilidad de que presentan para la determinación de compuestos químicos y orgánico además estos tienen que tener la condición de absorbentes de luz en caso que los parámetros analizarse sean sensibles a la luz. [22]

Para aguas superficiales o residuales las cuales no pueden ser analizadas in situ debido a su fragilidad de alterar resultados debido a la volatilidad de reacciones físicas, químicas o biológicas, es necesario tener cuidado antes y durante su tiempo en que se las toman y se las traslada al laboratorio previo a su análisis. [23]

Varios parámetros susceptibles a variar por la incorrecta toma y traslado de muestras son las bacterias y microorganismos debido a que sus elementos presentes llegan a formar nuevos modificando su propia naturaleza afectando directamente al contenido de oxígeno disuelto, dióxido de carbono, etc. El pH es otro parámetro susceptible a cambiar al igual que la conductividad, en este caso su alteración se debe a la absorción del dióxido de carbono que se encuentra en el aire. [23]

Es de vital importancia la preparación de los recipientes en donde se pondrán las muestras previo a su traslado, de manera que estos no deben tener una contaminación previa por algún componente ajeno al que se está tomando, para eso se debe comprobar que el recipiente se encuentre en condiciones óptimas de limpieza y sin residuos anteriores. [23]

Al momento de almacenar muestras de agua los frascos deben estar llenos completamente de forma que se evite la acumulación de aire sobre la muestra, consecuentemente la existencia de aire en la muestra y con la agitación de su traslado pueden dar como resultados alteraciones en dióxido de carbono y pH. [23]

Las muestras después de ser recolectadas se las debe refrigerar a una temperatura que sea menor a la que originalmente estaban expuestas al momento de su almacenamiento, es recomendable mantener las muestras en baños de hielo o refrigerados entre 2 y 5 °C, de esta manera se puede conservar la muestra durante el traslado hacia los laboratorios de análisis en periodos no

largos, esto se debe aplicar principalmente en muestras de aguas residuales domesticas e industriales. [23]

Los análisis de agua se realizaron en los laboratorios de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Ambato EP-EMAPA-A, debido a que cuenta con el sistema de gestión ISO/IEC 17025:2018, de esta manera garantiza la realización de ensayos físicos – químicos de aguas crudas, potables y residuales contando que la acreditación necesaria emitida por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana SAE.

3.1.2 Resultados obtenidos y comparación con el Tulsma 2015

Para la obtención de resultados se hicieron los análisis a 3 muestras diferentes de agua, en la cual la primera en ser analizada es el efluente de entrada previo a su tratamiento.

La segunda muestra es el resultado del primer tratamiento a través de un circuito que incluyó su paso por un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), posteriormente su ingreso a un humedal de flujo subsuperficial donde se siguió tratando durante 20 días hasta su almacenamiento final, donde yace tratada.

La tercera muestra al igual que la segunda se la tomo después que esta atravesó el filtro orgánico de flujo ascendente y su posterior almacenamiento ya tratado.

Los resultados de los análisis se compararon con la **Tabla.3** Criterios de calidad para agua de riego agrícola; **Tabla.8** límites de descarga al sistema de alcantarillado público y la **Tabla.9** límites de descarga un cuerpo de agua dulce; todas estas tablas pertenecientes al Libro VI del anexo 1 de la norma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del medio Ambiente “TULSMA”.

Tabla 15. Comparación de resultados de ingreso de aguas residuales con la tabla 3, 8 y 9 del TULSMA 2015

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TULSMA							
PARÁMETROS	UNIDADES	METODOS UTILIZADOS	TABLA3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA	TABLA8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO	TABLA9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE	RESULTADOS MUESTRA DE INGRESO PREVIO AL TRATAMIENTO	CUMPLIMIENTO
Aceites y Grasas	mg/L	HACH 10300	Ausencia	70	30	200,7	NO CUMPLE
DBO5	mg/L	Standard Methods-5210-D	—	250	100	1014	NO CUMPLE
DQO	mg/L	HACH 8000	—	500	200	2037	NO CUMPLE
Material Flotante	—	Standard Methods-2530-B	Ausencia	—	Ausencia	Ausencia	CUMPLE
Nitritos	mg/L	HACH-8507	0,5	—	—	0,58	NO CUMPLE
pH	U pH	Standard Methods-4500H+B	6 - 9	6 - 9	6 - 9	7,27	CUMPLE
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	250	400	1000	16	CUMPLE

Fuente: Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público
EP – EMAPA - A

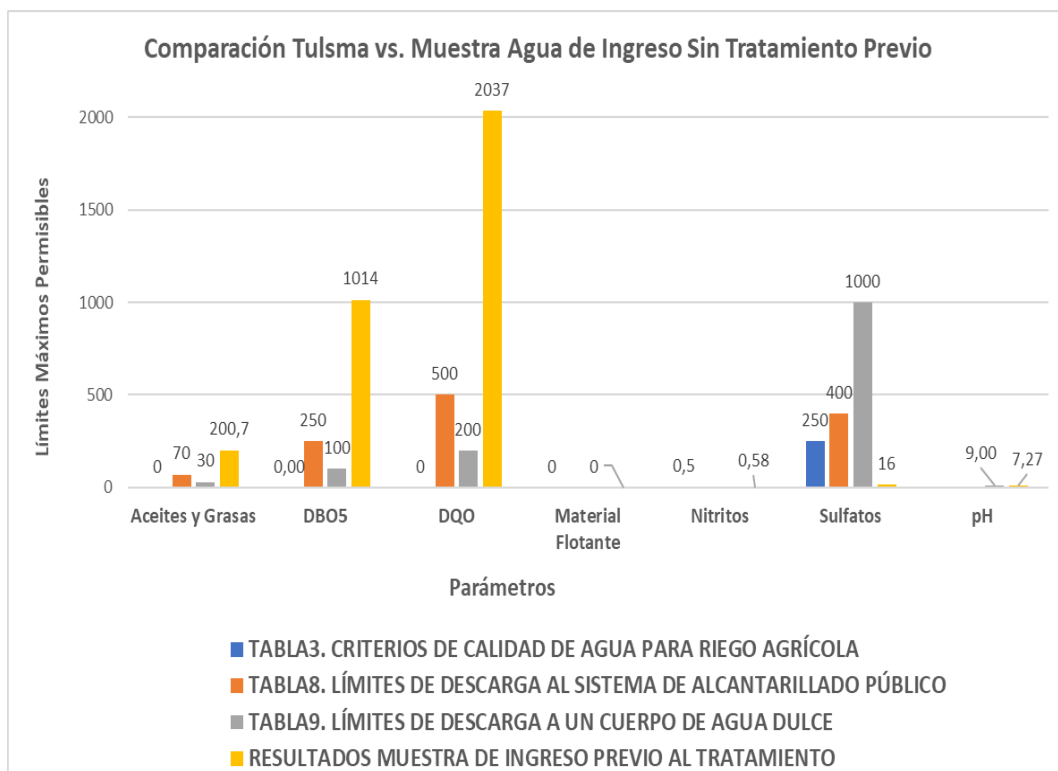


Figura 17. Gráfico de comparación ingreso de aguas residuales VS. tabla 3, 8 y 9 TULSMA. 2015

Fuente: El autor

Como indica la tabla y la gráfica, acerca de la muestra de agua residual tomada antes de su ingreso a cualquier tratamiento, esta sobrepasa los límites permisibles establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, los parámetros de incumplimiento a los límites permisibles son: Aceites y Grasas con un valor de 200.7 siendo mayor a los valores máximos establecidos por la tabla 8 y 9 del TULSMA; Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) con un valor de 1014 supera los establecidos por la norma; Demanda Química de Oxígeno (DQO) con un valor de 2037 es mayor a los establecidos por la norma; Nitritos mayores al permisible por la norma en un 0.08 incumple la norma y Sulfatos se mantienen en rango permisible con respecto a las tablas 3, 8 y 9 del TUSMA; por lo tanto siendo estos valores mayores perjudiciales para el medio que los rodea y en el uso que se requiera, se considera que este tipo de agua residual no debería ser usada como agua de riego en los terrenos agrícolas de zonas rurales, incluso no llegan a cumplir algunos de los parámetros de descarga directa al alcantarillado y mucho menos a un cuerpo de agua dulce.

Tabla 16. Comparación de resultados Alternativa 1 y 2 de tratamiento con tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola. Tulsma. 2015

PARÁMETROS	TABLA3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA	TRATAMIENTO 1 FILTRO BIOLÓGICO	TRATAMIENTO 2 FILTRO F.A.F.A. Y HUMEDAL	CUMPLIMIENTO
Aceites y Grasas	Ausencia	2	1,7	NO CUMPLE
Material Flotante	Ausencia	Ausencia	Ausencia	CUMPLE
Nitritos	0,5	0,012	0,017	CUMPLE
Sulfatos	250	0	0	CUMPLE
pH	9,00	7,46	7,29	CUMPLE

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público

EP – EMAPA - A

Tabla 17. Comparación de resultados Alternativa 1 y 2 de tratamiento con tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULSMA. 2015

PARÁMETROS	TABLA8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILL ADO PÚBLICO	TRATAMIENTO 1 FILTRO BIOLÓGICO	TRATAMIENTO 2 FILTRO F.A.F.A. Y HUMEDAL	CUMPLIMIENTO
Aceites y Grasas	70	2	1,7	CUMPLE
DBO5	250	43	60	CUMPLE
DQO	500	95	130	CUMPLE
Sulfatos	400	0	0	CUMPLE
pH	9,00	7,46	7,29	CUMPLE

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público
EP – EMAPA - A

Tabla 18. Comparación de resultados Alternativa 1 y 2 de tratamiento con tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. TULSMA. 2015

PARÁMETROS	TABLA9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE	TRATAMIENTO 1 FILTRO BIOLÓGICO	TRATAMIENTO 2 FILTRO F.A.F.A. Y HUMEDAL	CUMPLIMIENTO
Aceites y Grasas	30	2	1,7	CUMPLE
DBO5	100	43	60	CUMPLE
DQO	200	95	130	CUMPLE
Material Flotante	Ausencia	Ausencia	Ausencia	CUMPLE
Sulfatos	1000	0	0	CUMPLE
pH	9,00	7,46	7,29	CUMPLE

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público
EP – EMAPA - A

La muestra de agua residual se sometió a dos alternativas de tratamiento, el primer tratamiento se da a través de un filtro biológico el cual está compuesto por: una capa de roca con un diámetro entre 5 a 10 [cm], otra capa de zeolita

mineral y finalmente una capa de cáscaras de huevo la cual fue previamente tratada.

El segundo tratamiento se realizó a través de un filtro anaerobio de flujo ascendente (F.A.F.A.) el cual consecuentemente se conecta con un humedal de flujo sub superficial este humedal compuesto por plantas acuáticas como lo son los lechuguines.

En el cual se observa según los datos de las tablas 8 y 9 del TULSMA cumplen con los valores máximos permisibles; en la comparación con la tabla 3 del Tulsma los parámetros de Aceites y Grasas no dan cumpliendo con lo que establece la norma debido a que pide una total ausencia de este parámetro, pero en los resultados obtenidos por ambas alternativas el valor presente es bajo.

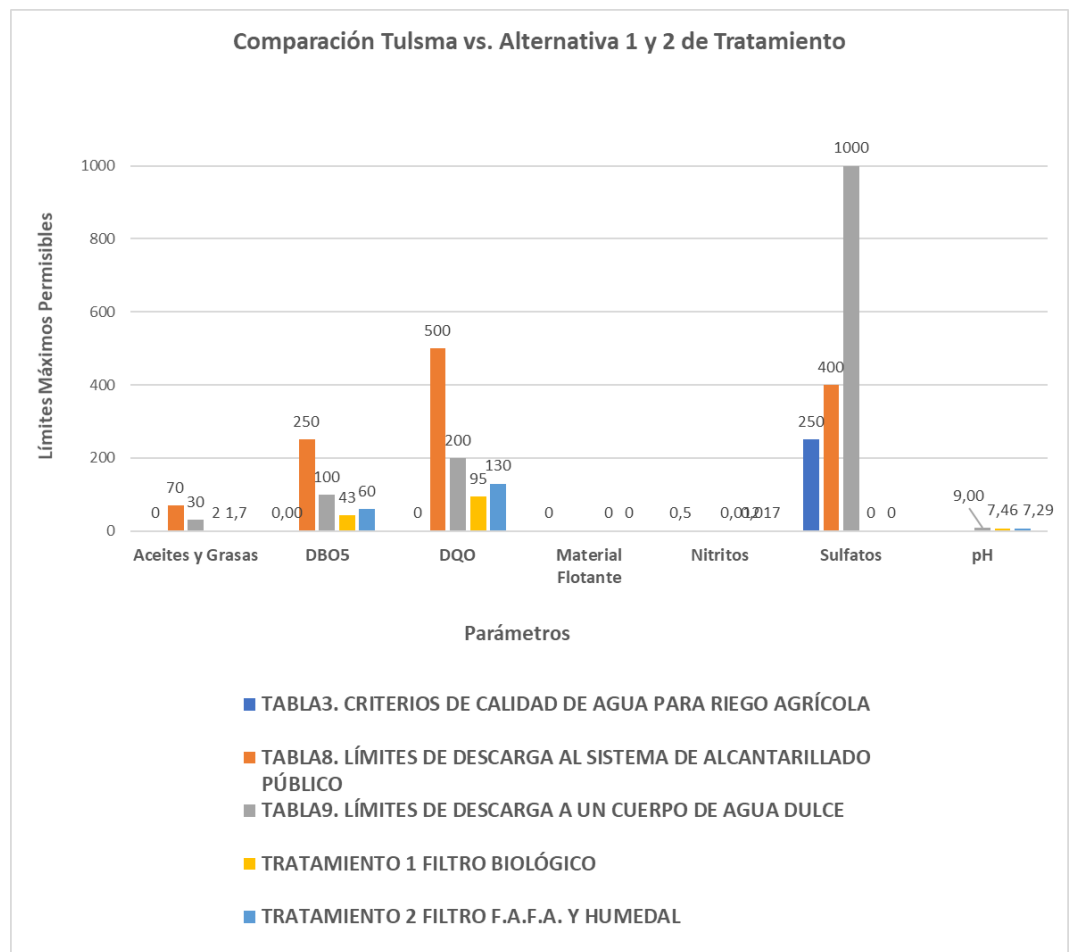


Figura 18. Gráfico de comparación alternativas de tratamiento 1 y 2 VS. Tablas 3, 8 y 9 TULSMA. 2015

Fuente: El autor

De esta manera los resultados obtenidos y comparados con las tablas de la normativa del Tulsma son:

- Según la tabla 3. Criterios de Calidad para agua de riego Agrícola, la alternativa de tratamiento 1 cumple con los parámetros analizados y establecidos según la norma con la excepción de aceites y grasas en donde pide la completa ausencia de este parámetro en el uso de agua de regadío. De la misma manera el tratamiento 2 cumple con los mismos valores de aceptación de os parámetros que el tratamiento 1.
- Según la tabla 8. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público, la alternativa de tratamiento 1 cumple con los parámetros analizados y establecidos según la norma en todos sus aspectos sin excepción, de igual manera la alternativa de tratamiento 2 cumple con los valores permisibles analizados. Cabe recalcar que no se tienen en cuenta los parámetros de metales debido a que en el agua de ducha y lavamanos estos metales están ausentes.
- Según la tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, la alternativa de tratamiento 1 y 2 cumple con los parámetros analizados y establecidos según la norma en todos sus aspectos sin excepción.

Tabla 19. Valores muestra de aguas residuales sin tratar y después de aplicar la alternativa 1 y 2 de tratamiento

PARÁMETROS	UNIDADES	METODOS UTILIZADOS	INGRESO PREVIO AL TRATAMIENTO	TRATAMIENTO 1 SALIDA DEL FILTRO BIOLÓGICO	TRATAMIENTO 2 SALIDA DEL FILTRO F.A.F.A. Y HUMEDAL
Aceites y Grasas	mg/L	HACH 10300	200,7	2	1,7
DBO5	mg/L	Standard Methods-5210-D	1014	43	60
DQO	mg/L	HACH 8000	2037	95	130
Material Flotante	–	Standard Methods-2530-B	0	0	0
Nitritos	mg/L	HACH-8507	0,58	0,012	0,017
pH	U pH	Standard Methods-4500H+B	7,27	7,46	7,29
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	16	0	0

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público

EP – EMAPA - A

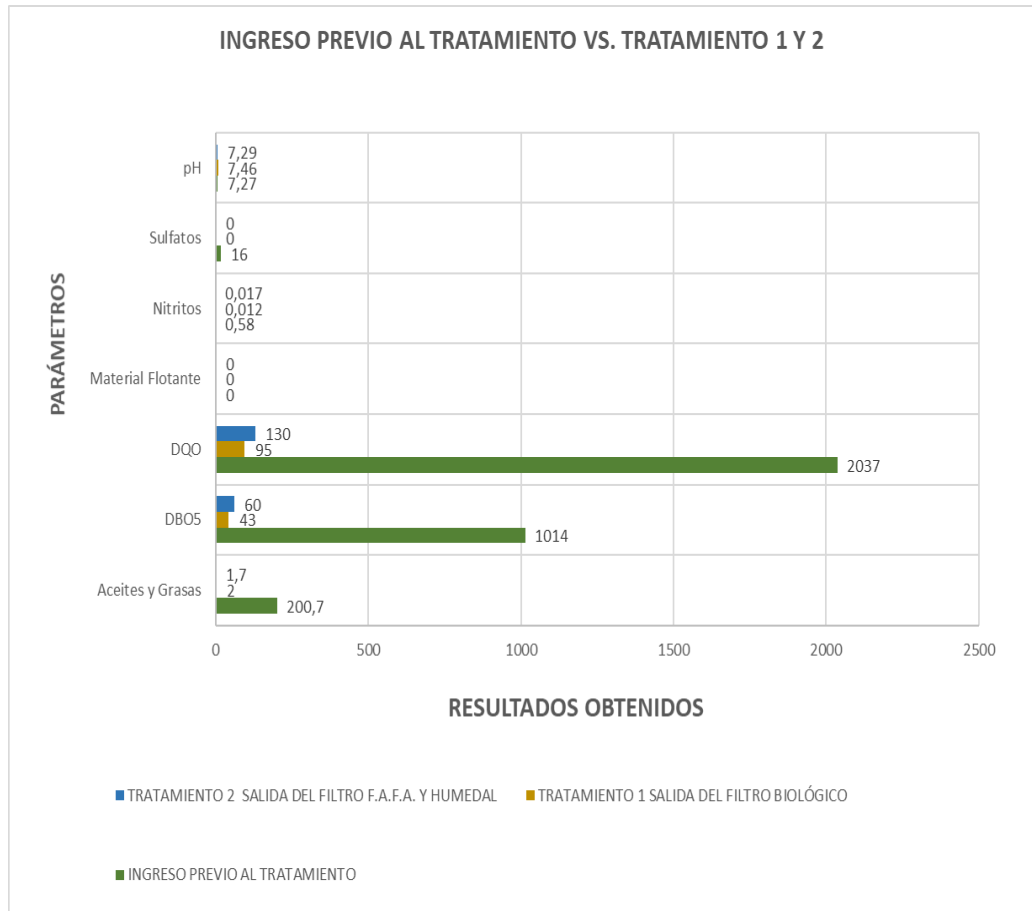


Figura 19. Gráfico de resultados obtenidos aplicando la alternativa 1 y 2 de tratamiento VS. La muestra de ingreso

Fuente: El autor

Como se observa en gráfico de cantidades obtenidas antes y después de un tratamiento, existe una disminución alta en cada parámetro analizado, disminuyendo casi por completo la concentración de sus contaminantes y obteniendo resultados alentadores acerca de la eficacia de la aplicación de estas dos alternativas de tratamiento planteadas.

Se puede observar que en el parámetro de aceites y grasas su disminución casi completa ya que inicialmente se contaba con un valor de 200.7 y el resultado de los dos tratamientos aplicando el filtro biológico y el filtro F.A.F.A. con humedal arrojaron un valor de 1.7 y 2 respectivamente.

De igual manera en el parámetro del DBO5 (1014) y DQO (2037) que inicialmente sus valores sobrepasan los permitidos por la norma; después de aplicar las dos alternativas de tratamiento el DBO y DQO tiene un valor de 43 y 95 con el tratamiento 1; de 60 y 130 con el tratamiento 2 respectivamente.

El parámetro referente al pH también tiene una variación en sus valores siendo la más alta al no tener un tratamiento previo y disminuyendo en una cantidad pequeña después de aplicados las alternativas de tratamiento, en todo caso se mantiene entre el rango normal en cada muestra analizada.

3.1.2.1 Comparación de funcionamiento entre alternativas 1 y 2 de tratamiento

Tabla 20 Comparación entre valores obtenidos en alternativas 1 y 2 de tratamiento

PARÁMETROS	UNIDADES	METODOS UTILIZADOS	TRATAMIENTO 1 SALIDA DEL FILTRO BIOLÓGICO	TRATAMIENTO 2 SALIDA DEL FILTRO F.A.F.A. Y HUMEDAL
Aceites y Grasas	mg/L	HACH 10300	2	1,7
DBO5	mg/L	Standard Methods-5210-D	43	60
DQO	mg/L	HACH 8000	95	130
Material Flotante	–	Standard Methods-2530-B	Ausencia	Ausencia
Nitritos	mg/L	HACH-8507	0,012	0,017
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	0	0
pH	U pH	Standard Methods-4500H+B	7,46	7,29

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público

EP – EMAPA - A

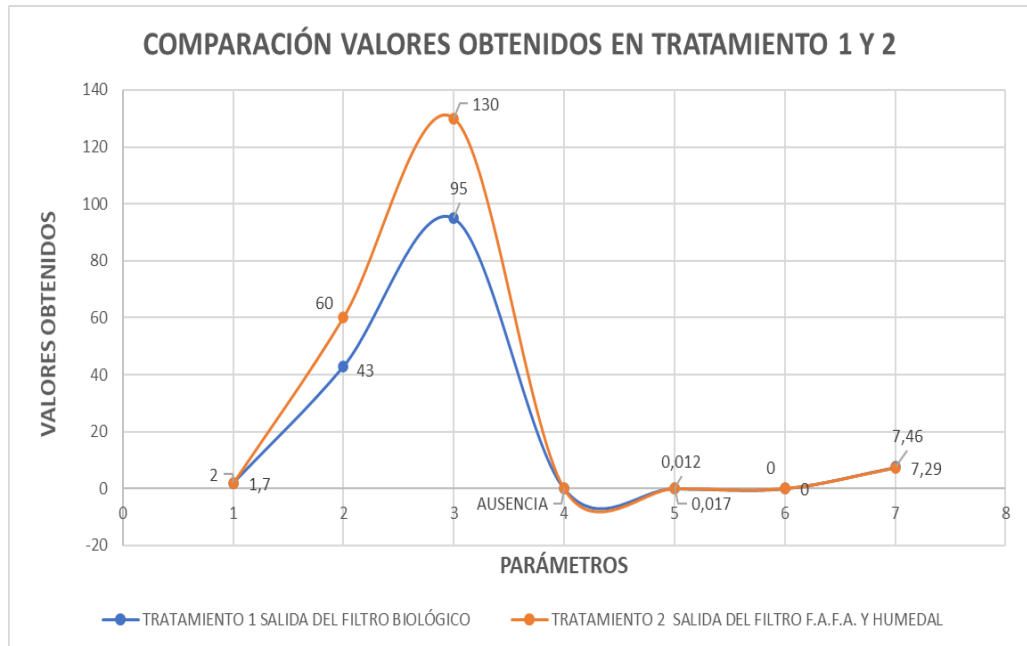


Figura 20. Gráfico de comparación entre resultados obtenidos de la alternativa 1 y 2 de tratamiento

Fuente: El autor

Para la determinación de cual alternativa es mejor para el tratamiento de agua y basándose en la gráfica se verifica que los dos tratamientos aplicados tienen un comportamiento parecido y sus valores son muy similares, teniendo una diferencia notable en los resultados de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) en donde la muestra tratada por el filtro biológico tiene un valor de 43 y la muestra tratada por el filtro F.A.F.A. con el humedal presenta un valor de 60.

De la misma manera la demanda química de oxígeno (DQO) tiene un valor de 95 en el tratamiento primero y un valor de 130 en el segundo tratamiento; estos valores son los más alejados post tratamiento de la muestra inicial, los otros parámetros mantienen un margen bajo de diferencia.

Tabla 21. Porcentajes de remoción de contaminantes en las alternativas 1 y 2 de tratamiento

PARÁMETROS	UNIDADES	METODOS UTILIZADOS	TRATAMIENTO 1 SALIDA DEL FILTRO BIOLÓGICO	TRATAMIENTO 2 SALIDA DEL FILTRO F.A.F.A. Y HUMEDAL
Aceites y Grasas	mg/L	HACH 10300	99	99,15
DBO5	mg/L	Standard Methods-5210-D	95,76	94,08
DQO	mg/L	HACH 8000	95,34	93,62
Material Flotante	—	Standard Methods-2530-B	100	100
Nitritos	mg/L	HACH-8507	97,93	97,07
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	100	100
pH	U pH	Standard Methods-4500H+B	7,46	7,29

Fuente: El autor

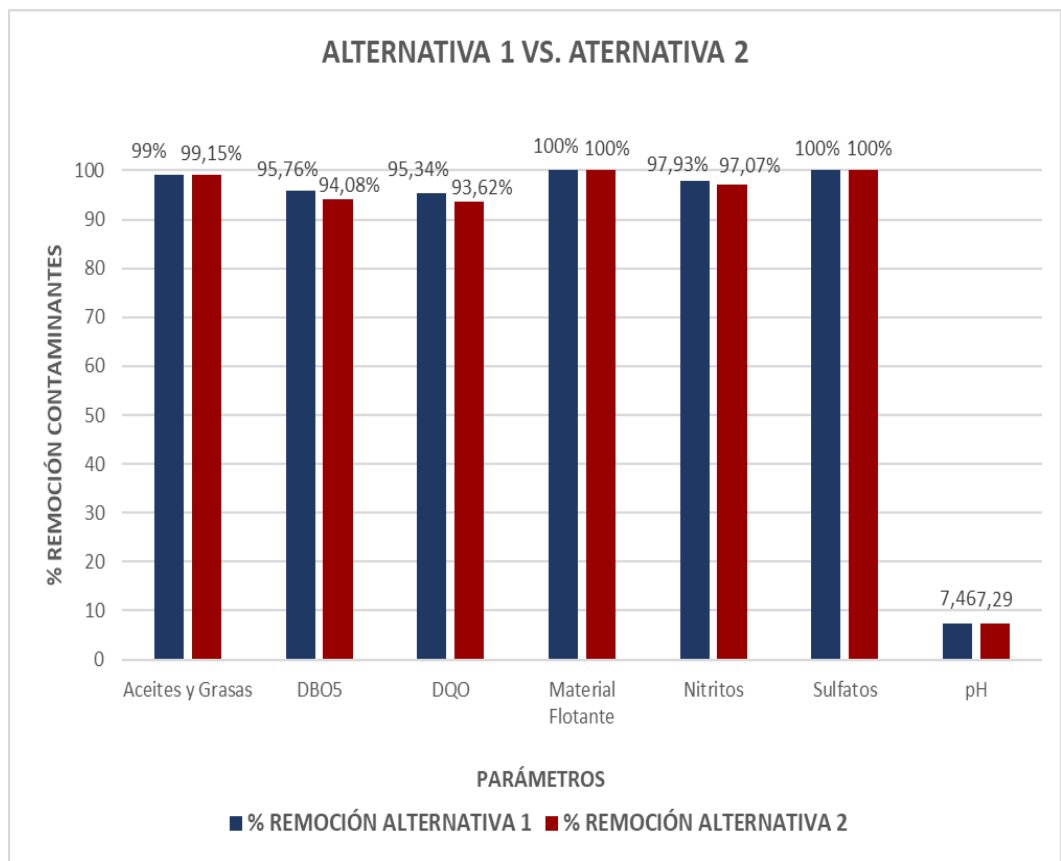


Figura 21. Gráfico de comparación de porcentajes de remoción de contaminantes entre alternativa 1 y 2 de tratamiento

Fuente: El autor

El porcentaje de remoción de contaminantes con respecto a los valores obtenidos en la muestra previo a su tratamiento son altos, de esta manera tanto el tratamiento 1 como el tratamiento 2 son efectivos para la remoción de estos contaminantes con una eficacia muy cercana al 100% con respecto a la muestra inicial. Dando como resultado que las dos alternativas de tratamiento con el filtro biológico y el filtro F.A.F.A con el humedal son totalmente funcionales para el tratamiento de aguas grises generadas por la ducha y el lavamanos de una vivienda unifamiliar debido a que la remoción de todos los contaminantes es mayor al 90%.

Tabla 22. Valores de remoción de contaminantes en las alternativas 1 y 2 de tratamiento con respecto a la tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola. TULSMA. 2015

PARÁMETROS	UNIDADES	METODOS UTILIZADOS	TABLA3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA	TRATAMIENTO 1 SALIDA DEL FILTRO BIOLÓGICO	TRATAMIENTO 2 SALIDA DEL FILTRO F.A.F.A. Y HUMEDAL
Aceites y Grasas	mg/L	HACH 10300	Ausencia	2	1,7
Material Flotante	–	Standard Methods-2530-B	Ausencia	0	0
Nitritos	mg/L	HACH-8507	0,5	0,012	0,017
Sulfatos	mg/L	HACH-8051	250	0	0
pH	U pH	Standard Methods-4500H+B	6 - 9	7,46	7,29

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público

EP – EMAPA - A

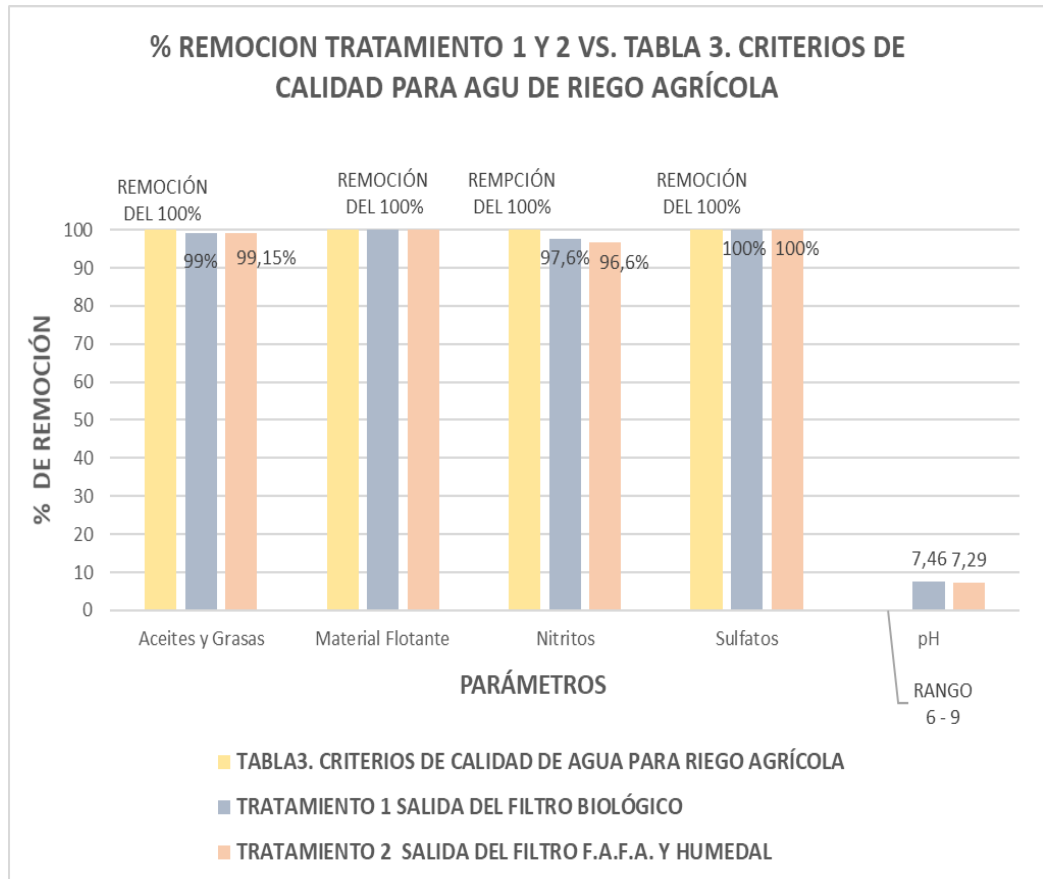


Figura 22. Gráfico de porcentajes de remoción de contaminantes entre alternativa 1 y 2 VS. Tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola. TULSMA. 2015

Fuente: El autor

En la gráfica propuesta se observa los porcentajes de remoción de contaminantes de cada parámetro analizado y propuesto por la Tabla 3. Criterios de calidad para el uso de agua en riego agrícola con respecto a las alternativas de tratamiento propuesto; para lo cual el TULSMA exige una ausencia completa de aceites y grasas, el porcentaje removido con la alternativa 1 de tratamiento fue del 99% y de la alternativa 2 de tratamiento del 99,15%. Exige la ausencia total de materiales flotantes; los nitritos fueron removidos en un 97,6% en la alternativa 1 de tratamiento y 96,6% en la alternativa 2 de tratamiento.

De igual manera los Sulfatos fueron removidos en su totalidad aplicando las dos alternativas de tratamiento.

3.1.3 Dimensionamiento y diseño para almacenamiento y tratamiento de aguas grises y tratamiento

Con la dotación media actual calculada anteriormente, podemos proceder al cálculo de consume de agua de una Vivienda unifamiliar, consecuentemente calcularemos el porcentaje de consume de la ducha y lavamanos para tener un caudal de aguas grises de ingreso.



Figura 23. Porcentajes de consumo de agua diario según su actividad en viviendas

Fuente: María Baquero [16]

El porcentaje de actividad doméstico por persona tomado de la investigación de la Arquitecta María Baquerizo nos da resultados de consumo como se lo indica el gráfico, de los cuales se toma el porcentaje de consumo específico de la ducha y lavamanos. [16]

Ducha / Regadera: 29.5%

Higiene personal (lavamanos): 6.2 %

3.1.3.1 Uso de la ducha y lavamanos

Ducha + Lavamanos = 35.7%

195.94 [lts/hab/día] -----100%

X ----- 35.7%

$$x = \frac{35.7\% * 195.94[\text{lts/hab/día}]}{100 \%}$$

$$x = 69,95 [\text{lts/hab/día}]$$

El caudal calculado es lo que genera la ducha y lavamos; a esto se le aumenta multiplicando por los habitantes promedio de la vivienda. [24]

Qr * Prom. Habitantes

$$69.95 [\text{lts/hab/día}] * 4 [\text{habts}] = 279.8 [\text{Lts/día}]$$

$$Q_r \approx 0.2798 [\text{m}^3/\text{día}]$$

$$Q_r = \frac{V}{T}$$

Donde:

V = Volumen útil en lts.

Qr = Caudal de aguas residuales en lts/día.

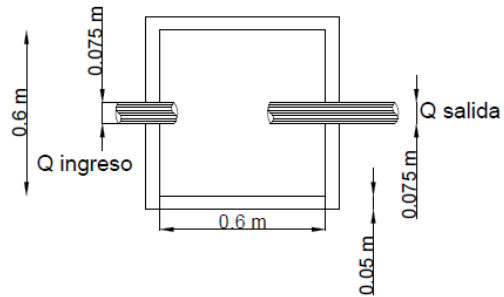
T = Tiempo de retención hidráulica 1 día.

$$V = Q_r * T_r$$

$$V = 0.2798 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] * 1 \text{ día}$$

$$V = 0.2798 \text{ [m}^3\text{]}$$

VISTA EN PLANTA DE SUPERFICIE



SECCIÓN TRANSVERSAL

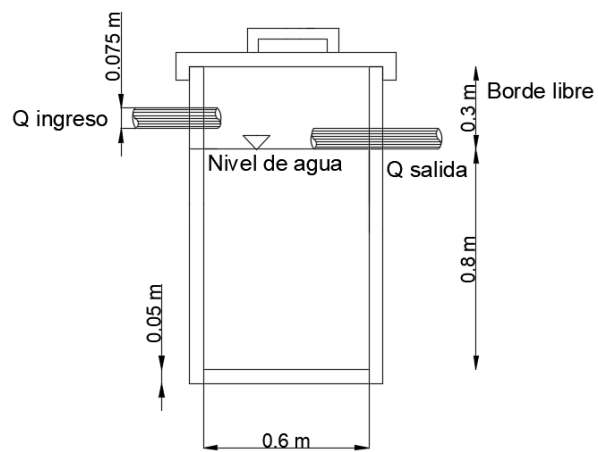


Figura 24. Diseño y dimensionamiento de almacenamiento de aguas grises generadas por ducha y lavamanos

Fuente: El autor

3.1.3.2 Dimensionamiento de un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)

$$V = 1.6 Qr T$$

Donde:

V = Volumen útil del FAFA en [lts].

Qr = Caudal de aguas residuales en [lts/día].

T = Tiempo de retención hidráulica de 12 horas. [25]

Se utiliza un tiempo de retención máximo de 12 horas debido a que se maneja un volumen muy bajo para su diseño. [25]

Dimensiones básicas del diseño:

$$V = 1.6 * 279.8 \text{ [lts/día]} * 12 \text{ [H]}$$

$$V = 1.6 * 11.66 \left[\frac{\text{lts}}{\text{H}} \right] * 12 \text{ [H]}$$

$$V = 223.87 \text{ [lts]} \approx 0.224 \text{ [m}^3\text{]}$$

Se ocupa la altura mínima de 1.80 [m] recomendada por el manual de **Proceso de Construcción y Validación de Norma Técnica para regular el Abastecimiento de Agua y Saneamiento Rural**, y en acuerdo con la **Organización Panamericana de Salud/Organización Mundial de la Salud – OPS/OMS**. [25]

$$H = 1.8 \text{ [m]}$$

Para determinar el área transversal de nuestro filtro se divide el volumen calculado en metros cúbicos para la altura mínima recomendada. [25]

$$Atr = \frac{V}{H}$$

Donde:

Atr = Área Transversal en [m²].

H = Altura mínima total del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) en [m].

$$Atr = \frac{0.224 [m^3]}{1.80 [m]}$$

$$Atr = 0.12 [m^2]$$

Tomando en cuenta las dimensiones Básicas del diseño planteadas por este manual, que propone:

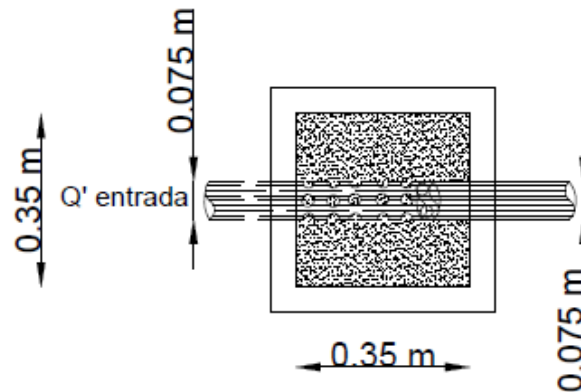
- Relación ancho y largo: 1:1 a 1:3. [25]

Por lo tanto, asumimos la **relación largo y ancho: 1:1**, para determinar las dimensiones del filtro ascendente.

$$0.12^{0.5} = 0.35 [m]$$

$$\approx 35[cm] \text{ (Largo y ancho)}$$

VISTA EN PLANTA DE SUPERFICIE



SECCIÓN TRANSVERSAL

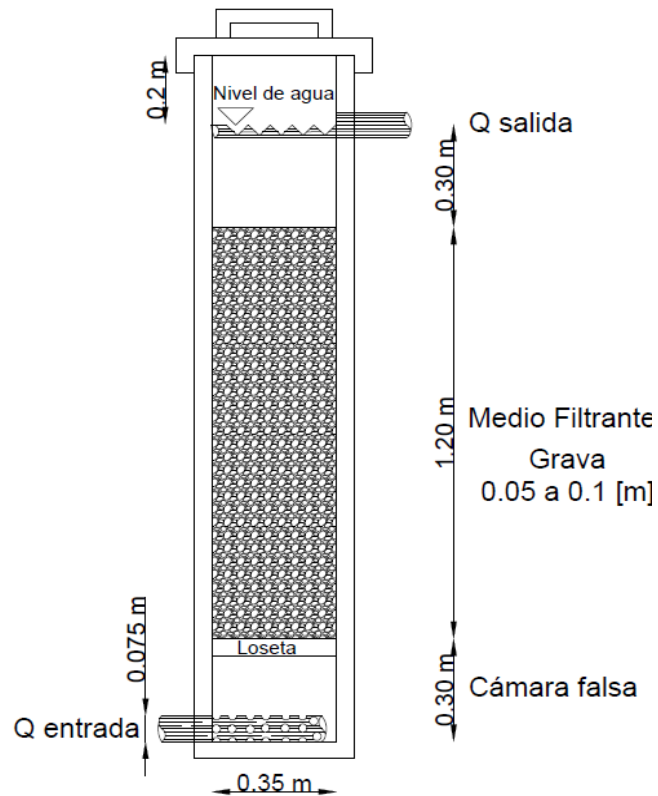


Figura 25. Diseño y dimensionamiento del filtro anaerobio de flujo subsuperficial F.A.F.A

Fuente: El autor

3.1.3.3 Humedal de Flujo Sub Superficial

Parámetros de diseño

Carga hidráulica (q) = 30 a 60 l/m²*día

Profundidad del lecho filtrante = 0.6 [m]

Relación largo ancho = 1:2 a 1:4

Altura de agua dentro del humedal = 0.55 [m]. [25]

Cálculo de área superficial del humedal

$$As = \frac{Qr}{q}$$

Donde:

As = Área superficial del humedal en [m²].

Qr = Caudal residual en [Lts/día].

Q = Carga hidráulica en [Lts/m²/día]; se toma un valor medio en este caso: 45 [Lts/m²/día]. [25]

$$As = \frac{279.8 \text{ [Lts/día]}}{45 \left[\frac{\text{Lts}}{\text{m}^2 * \text{día}} \right]}$$

$$As = 6.20 \text{ [m}^2\text{]}$$

Cálculo de área superficial transversal del humedal

$$Ast = \frac{Qr}{ks * s}$$

Donde:

Ast = Sección del humedal perpendicular a la dirección del flujo en [m²].

Qr = Caudal medio residual de alimentación en [m³/día].

El caudal total se divide para los 4 habitantes promedio por hogar. [25]

$$Qr = \frac{279.8 \text{ [Lts/día]}}{4 \text{ habitantes}} * \frac{1 \text{ [m}^3\text{]}}{1000 \text{ [Lts]}}$$

Caudal medio residual **Qr**

$$Qr = 0.06995 \text{ [m}^3\text{]} \approx 0.070 \text{ [m}^3\text{]}$$

K_s = Conductividad hidráulica del medio filtrante en una sección perpendicular al flujo [$m^3/m^2 \cdot d$ o m/d]. para una roca de 5 a 10 cm se puede tomar un valor de 3.7 m/d . [25]

S = Pendiente el fondo del humedal [m/m], su valor no mayor de 0.01 (1%)

$$A_{st} = \frac{0.070 [m^3/día]}{3.7 \left[\frac{m}{día} \right] * 0.01}$$

$$A_{st} = 1.89 [m^2]$$

Calculada la superficie transversal, y fijada la profundidad, se determina la anchura del humedal mediante:

$$B = \frac{A_{st}}{h_2}$$

Donde:

B = Ancho del humedal en metros

h_2 = Profundidad útil del agua dentro del humedal en [m].

$$B = \frac{1.89 [m^2]}{0.55 [m]}$$

$$B = 3.43 [m] \approx 3.45 [m]$$

Longitud del humedal

$$L = \frac{A_s}{B}$$

Donde:

L = Longitud del humedal en [m].

A_s = Superficie necesaria del humedal en [m^2].

B = Ancho del humedal en [m].

$$L = \frac{6.20 [m^2]}{3.43 [m]}$$

$$L = 1.807[m] \approx 1.80 [m]$$

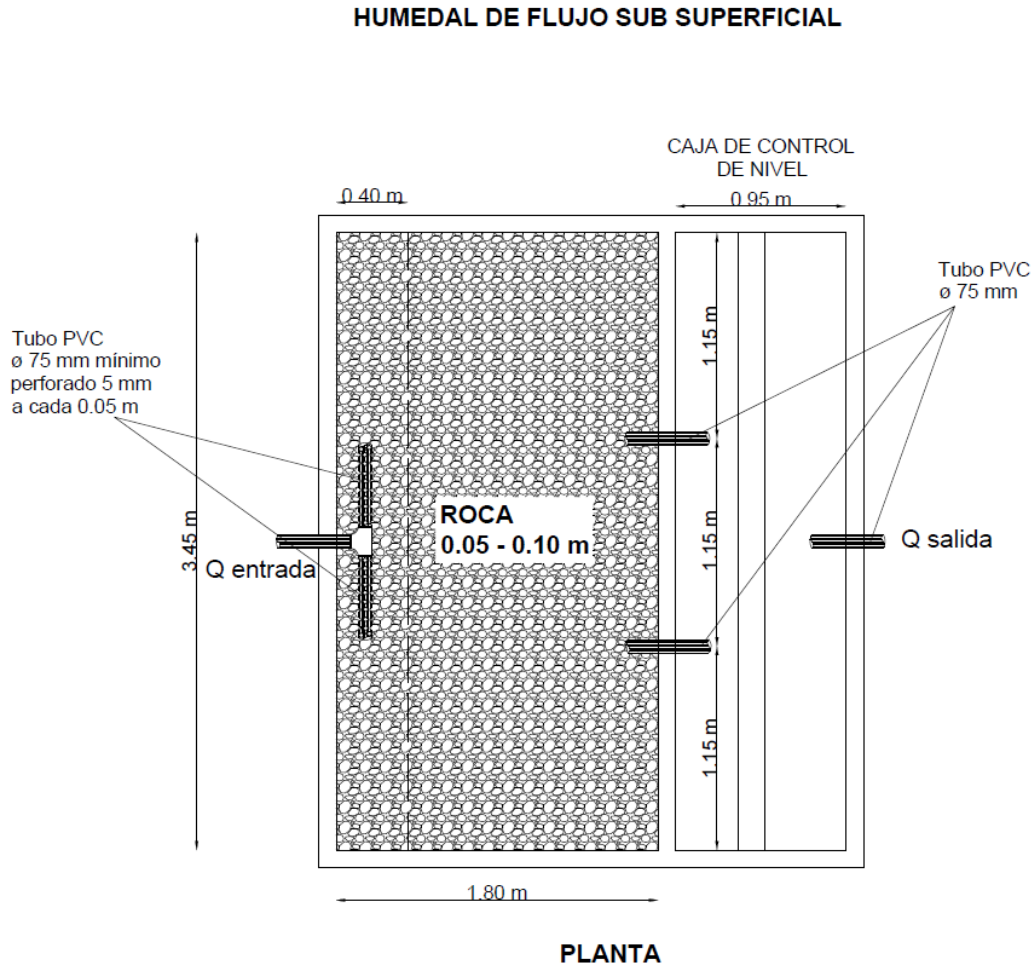


Figura 26. Diseño y dimensionamiento del humedal de flujo subsuperficial

Fuente: El autor

3.1.3.4 Filtro de Flujo Rápido Ascendente para Aguas Grises

Para el diseño del filtro se ocupó los cálculos propuestos por las notas técnicas de tratamiento de emergencia de agua potable para consumo propuesto por la

OMS, en donde se especifica el filtro de arena de flujo rápido ascendente; sin embargo se cambió el diseño de conexiones de tubería por facilidad de construcción.

$$V = 1.6 Q_r T$$

Donde:

V = Volumen útil del FAFA en [lts].

Q_r = Caudal de aguas residuales en [lts/día].

T = Tiempo de retención hidráulica de 12 horas. [25]

Se utiliza un tiempo de retención máximo de 12 horas debido a que se maneja un volumen muy bajo para su diseño.

Dimensiones básicas del diseño:

$$V = 1.6 * 279.8 \text{ [lts/día]} * 12 \text{ [H]}$$

$$V = 1.6 * 11.66 \left[\frac{\text{lts}}{\text{H}} \right] * 12 \text{ [H]}$$

$$V = 223.87 \text{ [lts]} \approx 0.224 \text{ [m}^3\text{]}$$

Se ocupa una altura la cual está calculada en 3 capas diferentes, la primera capa e 10 [cm] consta de grava de diámetro entre 2 a 4 [in]; la segunda capa se encuentra 40 [cm] de zeolita mineral y su última capa de 10 [cm] es de cascara de huevo, a esto se considera el borde libre según el **Proceso de Construcción y Validación de Norma Técnica para regular el Abastecimiento de Agua y Saneamiento Rural**, y en acuerdo con la **Organización Panamericana de Salud/Organización Mundial de la Salud – OPS/OMS**. [25]

$$H = 1.15 \text{ [m]}$$

El caudal calculado es lo que se genera en la ocupación de la ducha y lavamanos a esto se tiene en cuenta el número de habitantes promedio por hogar que en este caso fue de 4 personas. [24]

Qr * Prom. Habitantes

$$69.95 \text{ [lts/hab/día]} * 4 \text{ [habts]} = 279.8 \text{ [Lts/día]}$$

$$Q_r \approx 0.2798 \text{ [m}^3\text{/día]}$$

$$Q_r = \frac{V}{T}$$

Donde:

V = Volumen útil en lts.

Qr = Caudal de aguas residuales en lts/día.

T = Tiempo de retención hidráulica 1 día.

$$V = Q_r * T_r$$

$$V = 0.2798 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] * 1 \text{ día}$$

$$V = 0.2798 \text{ [m}^3\text{]}$$

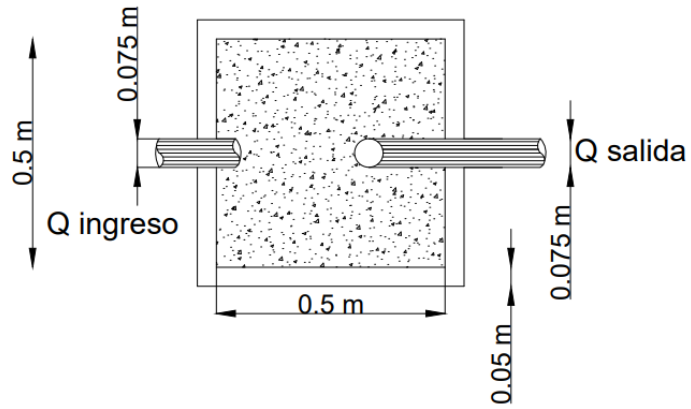
El recipiente deberá tolerar un volumen máximo de aguas residuales de 0.2798 [m³], por consiguiente, sus medidas de largo y ancho serán de 0.50 [m] y su altura de 1.15 [m]

Largo: 0.50 [m]

Profundidad: 0.50 [m]

Altura: 1.15 [m]

VISTA EN PLANTA DE SUPERFICIE



SECCIÓN TRANSVERSAL

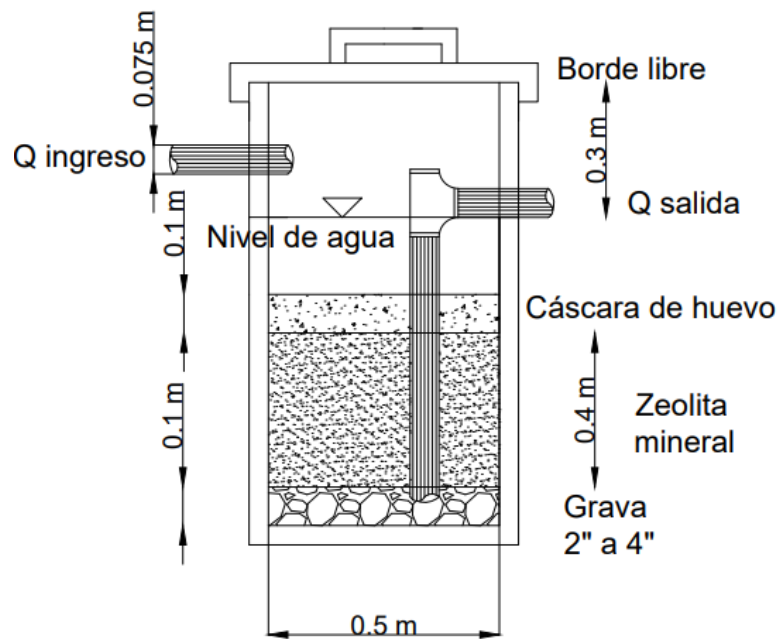


Figura 27. Diseño y dimensionamiento del filtro biológico

Fuente: El autor

3.2 Verificación de hipótesis

La obtención de aguas residuales grises generadas por el uso de la ducha y lavamanos en viviendas unifamiliares tienen una alta concentración de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y nitritos, los cuales no cumple con los límites máximos permisibles para descarga al alcantarillado público, descarga a cuerpos de agua dulce y mucho menos para el uso de riego agrícola tablas 3, 8 y 9. TULSMA.

Para esto se planteó técnicas alternativas de remoción de contaminantes de las cuales el primer tratamiento consistía en que la muestra original atravesase un filtro biológico compuesto por grava de diámetro entre 5 a 10 [cm], otra capa de zeolita mineral y una capa de cascara de huevo triturada con el fin de verificar si existe un descenso en la concentración de estos contaminantes.

El segundo tratamiento consistió en que la muestra original sin tratar pase por un circuito conformado por un filtro anaerobio de flujo ascendente F.A.F.A y posteriormente a un humedal de flujo subsuperficial compuesto por lechuguines.

Una vez concluidos los análisis de laboratorio para tratamiento de las muestras de aguas grises generadas por viviendas unifamiliares en la parroquia Atahualpa, Cantón Ambato se comprueba la hipótesis de trabajo, la cual indica que si se puede aplicar técnicas alternativas que permitan el tratamiento de aguas grises generadas por lavamanos y ducha en viviendas unifamiliares.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se demostró que el agua generada después del uso de la ducha y lavamanos contiene un alta concentración de contaminantes, siendo estos superior a la mayoría de niveles máximos permisibles dispuestos por la norma del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente, siendo estos resultados 200.7 [mg/L] en aceites y grasas; 1014 [mg/L] en DBO5; 2037 [mg/L] en el DQO y 0.58 [mg/L] en nitritos; estos valores superan los límites establecidos por el TULSMA en las tablas 3 y 8 que son: aceites y grasas 70 [mg/L], DBO5 250 [mg/L], DQO 500 [mg/L] y nitritos 0.5 [mg/L]. Por lo tanto, las condiciones las aguas grises no son aptas para el uso de agua de riego sin un previo tratamiento que mejore sus condiciones físicas.
- Se estableció el uso de dos técnicas alternativas aplicables para el tratamiento de aguas grises generadas por la ducha y lavamanos de una vivienda unifamiliar debido a su eficacia y rapidez de funcionamiento, la primera alternativa a escoger fue un filtro de flujo rápido ascendente que en su interior consta de tres capas una de roca de cantera entre 2 y 4 pulgadas, la segunda capa de zeolita mineral y la tercera cáscara de huevo tratada y triturada. La segunda alternativa fue un tren de tratamiento que constaba en la instalación de un filtro anaerobio de flujo ascendente F.A.F.A y seguido de un humedal de flujo subsuperficial compuesto en si interior de macrófitas (lechuguines).
- Se calculó el caudal de ingreso al tratamiento teniendo en cuenta el consumo diario de agua en 5 viviendas unifamiliares diferentes en la parroquia Atahualpa, obteniendo una dotación media actual de 195.94

[lts/hab/día], de la cual el uso de la ducha y el lavamanos genera el 35.7% del consumo total, dando un caudal de descarga de aguas residuales grises de 279.8 [lts/día].

- La aplicación del filtro anaerobio de flujo ascendente y seguidamente un humedal de flujo sub superficial como un circuito de tratamiento para aguas residuales grises provenientes del lavamanos y ducha, tuvieron un impacto muy importante, ya que se pudo verificar su eficacia y su funcionamiento al tener valores altos de remoción de contaminantes como lo fueron en: aceites y grasas con una remoción del 99.15%, DBO5 con el 94.08%, DQO 93.62% y nitritos con el 97.07% de remoción.
- El uso de zeolita mineral y cáscara de huevo como componente de la técnica alternativa del filtro de flujo rápido ascendente para el tratamiento de aguas residuales grises provenientes de lavamanos y ducha, fueron de los materiales que mejor resultados obtuvieron ya que se pudo verificar su importancia y su funcionamiento eficaz en el filtro biológico en el cual la remoción de contaminantes se dio en gran escala y en cantidades importantes como lo fueron en: DBO5 con el 95.76%, DQO con el 95.34%, aceites y grasas el 99% y nitritos con el 97.93% de remoción.
- La acumulación de contaminantes después que la muestra inicial se sometió a la aplicación de las alternativas 1 y 2 de tratamiento, y con respecto a la tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola del TULSMA 2015, muestran resultados favorables para su reúso en el regadío de pequeñas extensiones de sembríos, cabe recalcar que este tipo de aguas residuales carece de la presencia de metales debido al origen de su obtención, pero en parámetros como el pH estos se encuentran entre su rango permisible que va de 6 a 9 [U pH].

De la misma manera se observa según la tabla 16 del presente proyecto que la generación de sulfatos desaparece en su totalidad después de aplicado ambas alternativas de tratamiento, los nitritos tienen un resultado de 0.012 y 0.017 [mg/L] después de pasar el filtro biológico y F.A.F.A con el humedal respectivamente, los cuales son menores al límite máximo

permitido por la norma que es de 0.50 [mg/L], presentan también ausencia de material flotante; pero en aceites y grasas no hay una remoción total, ya que este parámetro debe estar ausente y después de los tratamientos presenta una cantidad mínima la cual no conforma el 1% de la carga contaminante inicial por lo tanto no son dañinos en el uso de agua de regadío.

- La muestra inicial se sometida a las alternativas 1 y 2 de tratamiento, y con respecto a la tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público y 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. TULSMA 2015, los resultados de los parámetros analizados se muestran favorables y en el rango de cumplimiento de la norma de la misma manera que en la tabla 3. este tipo de aguas residuales carece de la presencia de metales debido a su origen de obtención, en cumplimiento con los parámetros el pH se encuentra entre su rango permisible que va de 6 a 9 [U pH], de la misma manera se observa según la tabla 17 y 18 del presente documento que la generación de sulfatos desaparece en su totalidad después de aplicado ambas alternativas de tratamiento, el DBO están en lo permisible 43 y 60 [mg/L] y el DQO 95 y 130 [mg/L] con respecto a la norma que exige un valor de 100 [mg/L] y 200 [mg/L] en la tabla 9; y 250 [mg/L] y 500 [mg/L] en la tabla 8. del TULSMA.
- Los resultados de la muestra de agua después de haber aplicado la alternativa 1 de tratamiento (filtro biológico) como se puede observar en la figura 21 del presente documento, sus porcentajes de remoción con respecto a su muestra inicial sin tratar son elevados dando como resultados que en aceites y grasas se obtuvo un 99% de remoción, de la misma manera el DBO5 fue removido en el 95.76%, DQO 95.34%, tiene la ausencia de material flotante previo a su tratamiento como después de pasar por la alternativa 1, los nitritos también fueron removidos en un 97.93%, los sulfatos fueron removidos en su totalidad y por el ultimo el pH con un valor de 7.47 [UpH], se mantiene en el rango permisible de la norma que establece debe estar entre 6 – 9 [UpH].

- Los análisis de la muestra de agua en la que fue aplicada la alternativa 2 de tratamiento (filtro F.A.F.A con humedal de flujo sub superficial), y como se puede observar en la figura 21, los porcentajes de remoción con respecto a la muestra inicial sin tratar son elevados dando como resultados que en aceites y grasas se obtuvo un 99.15% de remoción, de la misma manera el DBO5 fue removido en el 94.08%, DQO 93.62%, tiene la ausencia de material flotante previo a su tratamiento como después de pasar por la alternativa 2, los nitritos también fueron removidos en un 97.07%, los sulfatos fueron removidos en su totalidad y por el ultimo el pH con un valor de 7.29 [Uph], se mantiene en el rango permisible de la norma que establece debe estar entre 6 – 9 [UpH]
- Después de realizar todos los procedimientos pertinentes para el análisis y tratamiento de agua residual generada por el lavamanos y ducha de una vivienda unifamiliar y con el uso de técnicas alternativas, se llega a la conclusión que tanto el filtro biológico formado por capas de grava, zeolita mineral y cáscara de huevos, tienen un alto porcentaje de remoción de contaminantes en el agua, de la misma manera el filtro anaerobio de flujo ascendente (F.A.F.A.) con el humedal de flujo subsuperficial presenta porcentajes de remoción altos, debido a la similitud que presentan en el tratamiento del agua ambas alternativas son eficaces y aplicables para el tratamiento de aguas residuales grises, teniendo un desempeño similar en los valores de cada parámetro analizado.
- Se concluye que por la facilidad de implantación de sus componentes que conforman el filtro y que sus materiales tienen una variación económica considerables, la alternativa 2: Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente con un Humedal de Flujo Subsoperficial, es la alternativa escogida para el tratamiento de aguas residuales grises generadas por la ducha y lavamanos de una vivienda unifamiliar en la Parroquia Atahualpa, Provincia de Tungurahua.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir las indicaciones de la norma INEN 2 176 y 2 169, referentes a la toma, recipientes y traslado de muestras hacia el laboratorio previo a sus análisis, de esta manera evitar la alteración de resultados de las muestras.
- Se recomienda un mantenimiento del filtro biológico en el cual se pueda cambiar la capa de zeolita y la capa de cáscara de huevos en un lapso de 35 a 40 días, debido a que con el funcionamiento diario de estas llegan a desgastarse el material disminuyendo así su rendimiento y eficacia para el tratamiento de aguas grises.
- Es recomendable realizar un control de población, limpieza y plagas cada 30 días en el humedal, debido que los lechuguines se reproducen cada 15 días lo que genera que haya una disputa por el espacio donde se desarrollan.
- Se recomienda realizar un proceso de curado a la cascara de huevo, debido que en su composición natural presenta varias capas orgánicas que deben ser lavadas con abundante agua y secadas al horno a una temperatura de 200 °C previo a su colocación en el filtro biológico, caso contrario con el tiempo estas se descomponen y generan malos olores que pueden alterar los resultados de laboratorio de la muestra.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] J. Morató, A. Subirana, A. Gris, A. Carneiro, and R. Pastor, “Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales,” *LASALLISTA*, vol. Vol 3, pp. 19–29, 2006.
- [2] I. T. Ruiz-cuello, J. C. Pescador-piedra, and I. L. M, “Dimensionamiento de un sistema hidráulico en casa-habitación para el uso de agua residual Design of a hydraulic system for reutilization water in a house Resumen Introducción,” vol. 27, no. 3, pp. 315–324, 2015.
- [3] D. Torres and P. Ures, “El reciclaje de aguas grises como complemento a las estrategias de gestión sostenible del agua en el medio rural,” no. March 2018, 2012.
- [4] J. Lara-borrero, “REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES : APROVECHAMIENTO DE LOS más restrictivos , es por ello que la reutilización de agua residual , además de aportar al aumento del con más recursos al mismo tiempo que se cuenta con una cantidad adicional de nutrientes que,” no. November, pp. 237–242, 2014.
- [5] E. V. G, I. Julieth, G. Silva, C. Patricia, and R. Narváez, “Sistemas Descentralizados Integrados y Sostenibles para el Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Sustainable Integrated Systems Decentralized for the Treatment of Residual Waters Domiciliary,” *Rev. Ing. y Región*, vol. No 7, no. 7, pp. 66–72, 2010.
- [6] I. C. Víctor Hugo Izurieta Pazmiño, “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA POATUG, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2020.
- [7] P.D.I.I AMÍLCAR MUÑOZ CRUZ, “ CARACTERIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ,” Universidad Autónoma del

Estado de Hidalgo, 2008.

[8] P. Wofo, “Review Metallic Iron Filters for Universal Access to Safe Drinking Water,” *Ing. y física Biológica; Limpio*, vol. 37, no. 12, pp. 930–937, 2009.

[9] D. T. Ingram et al., “Use of zero-valent iron biosand filters to reduce *Escherichia coli* O157 : H12 in irrigation water applied to spinach plants in a field setting,” *Appl. Microbiol.*, pp. 551–560, 2011.

[10] G. A. P. R. D. A. TUNGURAHUA, GOBIERNOS PARROQUIALES DE LA PROVINCIA DE, ASOCIACIÓN DE GOBIERNOS PARROQUIALES RURALES DE TUNGURAHUA, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL,” GOBIERNO AUTÓNOMO PARROQUIAL RURAL DE ATAHUALPA, AMBATO, 2014.

[11] ENCA, “Estrategia nacional de calidad del agua,” pp. 30–37, 2016.

[12] I. R. Rojas, “Conferencia Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales,” CEPIS/OPS - OMS, pp. 3–8, 2002.

[13] L. T. Núñez, Edición Especial No 387 Registro Oficial -- ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, no. 097. ECUADOR, 2015, pp. 6–26.

[14] E. J. O. Moreno, “La experiencia de Holanda y Alemania en el uso de cargos por vertimientos de aguas residuales como instrumento para el control de la contaminación hídrica * Elementos para decidir los parámetros a ser tenidos en consideración,” *Economía y Desarro.*, vol. Vol 4, no. 571, pp. 56–87, 2005.

[15] T. Asano et al., *WATER REUSE ISSUES, TECHNOLOGIES, AND APPLICATIONS*. 2007.

[16] M. T. Baquero, “Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la

ciudad de Cuenca ,” no. 3, pp. 71–81, 2013.

[17] I. M. A. V. Briones, “Combinación biológica de dos especies en humedales vegetales sucesivos como biofiltros para la descontaminación de aguas residuales en la planta de tratamiento El Peral - EP - EMAPA - A,” Universidad Técnica de Amabto, 2014.

[18] V. A. Nivel and D. E. P. D. E. Campo, “FITORREMEDIACIÓN DE LAS AGUAS DEL CANAL DE RIEGO LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO MEDIANTE HUMEDALES,” pp. 1–8, 2012.

[19] D. E. P. Silva, “Análisis de Zeolita como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos ‘Ayuda al Campesino’ de la parroqui La Matriz. Cantón Quero. Provincia de Tungurahua,” Universidad Técnica de Ambato, 2017.

[20] I. S. S. Estrada, R. H. Solórzano, and S. V. Villanueva, “Remoción de E-coli y turbiedad en filtros empacados de zeolita,” vol. 52, no. 777, 2013.

[21] L. CUERO CAICEDO, “DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES FUNDAMENTADO EN PROCESOS DE RIZOFILTRACIÓN Y LECHOS ORGANICOS FILTRANTES CAPACES DE DISMINUIR EL CONTENIDO DE GRASAS Y ACEITES PRESENTES EN UNA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL PROCEDENTE DE UNA SUCURSA,” UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, 2019.

[22] I. T. E. D. N. INEN, “NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2176 : 2013 Primera revisión. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO,” 2013.

[23] I. T. E. D. N. INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169 : 2013 Primera revisión. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS. 2013.

[24] O. M. D. E. SALUD, “Tratamiento de emergencia de agua potable en el lugar de consumo,” Notas técnicas sobre agua, Saneam. e Hig. en

emergencias, pp. 1–6.

[25] O. P. de la S. Organización Mundial de la Salud, Ministerio de Salud. El Salvador, 2015, pp. 1–50.

ANEXOS

Fotografías



Figura 28. Filtro de flujo rápido ascendente (Alternativa 1)

Fuente: El autor



Figura 29. Agua post - tratamiento Alternativa 1

Fuente: El autor

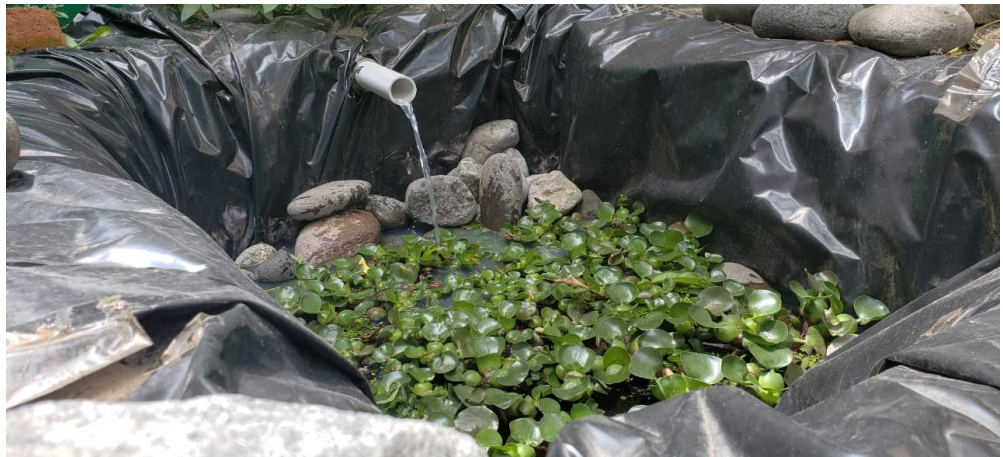
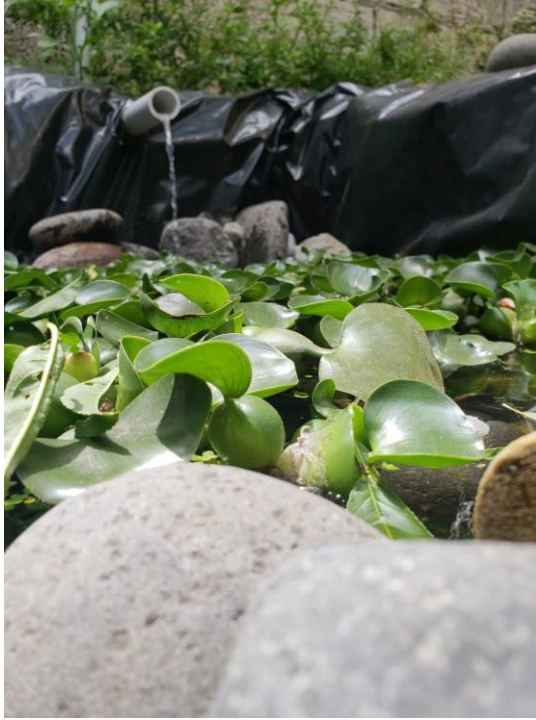




Figura 30. Humedal de Flujo Subsuperficial (Alternativa 2)

Fuente: El autor

Análisis de Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
 17025-RG-CC-71-09

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 14-001

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE: FLAVIO ANIBAL ESPÍN MEDINA		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: 20111286	
DIRECCIÓN: AMBATO, HUACHI LORETO, PASAJE VILLACRÉS Y OSCAR EFREN REYES		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 23/11/2020: 12H30	
PERSONA DE CONTACTO: ENRIQUE ESPÍN		FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 23/11/2020	
TELÉFONO DE CONTACTO: 0987900144		FECHA DE FIN DE ANÁLISIS: 30/11/2020	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: INGRESO DE AGUA RESIDUAL		FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 01/12/2020	
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: LAVAMANOS Y DUCHA		CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 23/11/2020: 11H00		Humedad (%): 51	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta) PUNTUAL		Temperatura (°C): 19,1	
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ): AGUA RESIDUAL			
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: ENRIQUE ESPÍN			

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRÍCOLA. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **	Norma de referencia: TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **	Norma de referencia: TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
ACEITES Y GRASAS*	mg/L	HACH 10300	Ausencia	70,0	30,0	200,7
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	Standard Methods-5210-D	-	250,0	100	1 014
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	-	500,0	200	2 037
MATERIAL FLOTANTE*	-	Standard Methods-2530-B	Ausencia	-	-	Ausencia
NITRITOS*	mg/L	HACH-8507	0,5	-	-	0,582
pH	U pH	Standard Methods-4500H-B	6 - 9	6 - 9	6 - 9	7,27
SULFATOS*	mg/L	HACH-8051	250	400,0	1 000	16

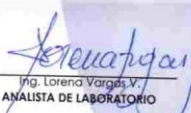
* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.
** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DBO ₅	(50 - 1500) mg/L	12%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods 5210 D. Ed. 23, 2017
DQO	(20 - 25000) mg/L	17%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
pH	(4,32 - 12,31) U pH	3%	17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Methods 4500 H-B. Ed. 23, 2017


NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CF GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

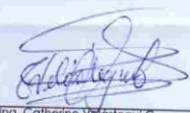
OBSERVACIONES: NINGUNA.

PROFESIONALES RESPONSABLES:



Ing. Lorena Vargas V.
ANALISTA DE LABORATORIO






Ing. Catherine Velastegui C.
RESPONSABLE TÉCNICO

PAG. 1 DE 1

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103




EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001 17025

www.emapa.gob.ec

Matriz: Antonio Clavijo e Isaías Sánchez
Telf.: (03) 299-7700 / Ext: 701 - 702
Ambato - Ecuador

Figura 31. Análisis de Laboratorio muestra de Ingreso previo al tratamiento
Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público
EP – EMAPA - A



INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-09

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 14-001



EP - EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	FLAVIO ANIBAL ESPÍN MEDINA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	20111287
DIRECCIÓN:	AMATO, HUACHI LOBETO, PASAJE VILACRÉS Y OSCAR EFREÉN REYES	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	23/11/2020: 11h00
PERSONA DE CONTACTO:	ENRIQUE ESPÍN	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	23/11/2020
TELÉFONO DE CONTACTO:	0987900144	FECHA DE FIN DE ANÁLISIS:	30/11/2020
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	TRATAMIENTO 1	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	01/12/2020
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	SALIDA FILTRO BIOLÓGICO	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	23/11/2020: 11h00	Humedad (%):	51
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta)	PUNTUAL	Temperatura (°C):	19,1
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	AGUA RESIDUAL		
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ENRIQUE ESPÍN		

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRÍCOLA. TUSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **	Norma de referencia: TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO. TUSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **	Norma de referencia: TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA. TUSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
ACEITES Y GRASAS	mg/L	HACH 10300	Ausencia	70,0	30,0	2,0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (BOD ₅) *	mg/L	Standard Methods-5210-D	-	250,0	100	43
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	-	500,0	200	95
MATERIAL FLOTANTE *	-	Standard Methods-2530-B	Ausencia	-	Ausencia	Ausencia
NITRITOS *	mg/L	HACH-8507	0,5	-	-	0,012
pH	U pH	Standard Methods-4500+H	6 - 9	6 - 9	6 - 9	7,46
SULFATOS *	mg/L	HACH-8051	250	400,0	1 000	0

* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.
 ** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Aceites y grasas	0,4 - 180 mg/L	20%	17025-PR-CC-43-XX: Método de referencia: HACH 10300
DQO	20 - 25000 mg/L	17%	17025-PR-CC-38-XX: Método de referencia: HACH 8000
pH	4,32 - 12,31 U pH	3%	17025-PR-CC-20-XX: Método de referencia: Standard Methods 4500+H. Ed. 23. 2017


NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: NINGUNA.

PROFESIONALES RESPONSABLES:



Ing. Lorena Vargas V.
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Catharine Vlastegui C.
RESPONSABLE TÉCNICO

PAG. 1 DE 1

EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001 17025

www.emapa.gob.ec


Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103


Matriz: Antonio Clavijo e Isaías Sánchez
 Telf.: (03) 299-7700 / Ext: 701 - 702
 Ambato - Ecuador

Figura 32. Análisis de Laboratorio Tratamiento Alternativa 1

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público


EP – EMAPA - A





INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-09



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Acreditación N° SAE LEN 14-001
LABORATORIO DE ENSAYOS

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE: FLAVIO ANIBAL ESPÍN MEDINA		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: 20111288	
DIRECCIÓN: AMBATO, HUACHI LORETO, PASAJE VILLACRÉS Y OSCAR EFRÉN REYES		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 23/11/2020 12:00	
PERSONA DE CONTACTO: ENRIQUE ESPÍN		FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 23/11/2020	
TELÉFONO DE CONTACTO: 0987000144		FECHA DE FIN DE ANÁLISIS: 30/11/2020	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: TRATAMIENTO 2		FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 01/12/2020	
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: SALIDA HUAMEJAL		CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 23/11/2020 11:00		Humedad (%): 51	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Punto/compuesto) PUNTUAL		Temperatura (°C): 19.1	
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ): AGUA RESIDUAL			
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: ENRIQUE ESPÍN			

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRÍCOLA. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **	Norma de referencia: TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **	Norma de referencia: TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
ACEITES Y GRASAS	mg/L	HACH 10300	Ausencia	70.0	30.0	1.7
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGENO (BOD ₅)	mg/L	Standard Methods-S210-D	-	250.0	100	60
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	-	500.0	200	130
MATERIAL FLOTANTE *	-	Standard Methods-2530-B	Ausencia	-	Ausencia	Ausencia
NITRITOS *	mg/L	HACH-8507	0.5	-	-	0.017
pH	U pH	Standard Methods-4500H-B	6 - 9	6 - 9	6 - 9	7.29
SULFATOS *	mg/L	HACH-8051	250	400.0	1 000	0


* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.
 ** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Aceites y grasas	(0.4 - 180) mg/L	26%	17025-PR-CC-45-XX; Método de referencia: HACH 10300
BOD ₅	(50 - 1500) mg/L	12%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods S210-D, Ed. 23, 2017
DQO	(30 - 25000) mg/L	17%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
pH	(4.32 - 12.31) U pH	3%	17025-PR-CC-25-XX; Método de referencia: Standard Methods 4500 H-B, Ed. 23, 2017


NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (ICR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: NINGUNA.

PROFESIONALES RESPONSABLES:



Ing. Lorena Vargas V.
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Catherine Velástegui C.
RESPONSABLE TÉCNICO

PAG. 1 DE 1

EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001 17025

www.emapa.gob.ec

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Matriz: Antonio Clavijo e Isaías Sánchez
 Telf.: (03) 299-7700 / Ext: 701 - 702
 Ambato - Ecuador

Figura 33. Análisis de Laboratorio Tratamiento Alternativa 2

Fuente: Laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado público
 EP – EMAPA - A

Ficha Técnica Zeolita Mineral

FILTROCEL

Filtrante de agua

FICHA TÉCNICA

1.- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Aluminosilicatos altamente cristalizados
Nombre Comercial del producto	FILTROCEL
Nombre Común del Mineral	Zeolita Natural
Nombre Científico	Tamiz molecular
Presentación	Granulado (0.7 a 26 mm) en grupos granulométricos
Formula Química	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MgO, H ₂ O
USOS DE LA SUSTANCIA	<p>FILTRO MOLECULAR DE AGUAS</p> <p>Filtros de piscinas, parques acuáticos y acuarios Recuperación de aguas industriales y/o servidas Retención y captura de metales pesados Ablandamiento de aguas para riego y uso agrícola Absorbente de gases tóxicos y limpieza de ambiente Tratamiento de aguas de desecho industrial Potabilización de aguas para uso humano Separación de humedad en medios gaseosos Filtración de aguas con residuos petroleros y grasosos Absorción de aceites y medios acuosos</p>

2.- COMPOSICION DEL PRODUCTO

Tipo	%	CIC	Elementos componentes
Clinoptilolita	87	112 - 118	Ver análisis de laboratorio

3.- IDENTIFICACION DEL PELIGRO

Producto considerado como No Peligroso. Al manipular el producto en macropartículas se debe tomar medidas anti contaminación y de corte de la piel, es un cristal o vidrio de origen volcánico.

4.-PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos	Lavar inmediatamente con agua
Contacto con la piel	Lavar con agua la zona afectada.
Inhalación	Apartar de la fuente de exposición.
Ingestión	No provocar el vómito, lavar la boca y dar de beber agua.

FILTROCEL

Filtrante de agua

FICHA TÉCNICA

Recomendaciones Generales	Utilizar equipos de protección individual durante su manipulación.
---------------------------	--

Riesgos Especiales de incendio y/o explosión	No combustible
--	----------------

Agentes de extinción adecuados	Utilizar los agentes extintores de acuerdo al tipo de fuego del medio circundante.
--------------------------------	--

Sensibilidad a las cargas estáticas	Se requiere protección contra las cargas electrostáticas durante su manipulación.
-------------------------------------	---

Equipos de protección personal	Usar prendas de protección, gafas, traje, botas de goma, máscara facial para evitar salpicaduras.
--------------------------------	---

6.-MEDIDAS PARA FUGAS O DERRAMES ACCIDENTALES

Método de limpieza o recogida	Recoger el producto y trasvasar a contenedores adecuados, el producto residual admite su recuperación y reciclado. Limpiar o barrer la zona.
-------------------------------	--

Precauciones Medioambientales	No necesarias
-------------------------------	---------------

Precauciones personales	Utilizar equipos adecuados para evitar contacto.
-------------------------	--

Otras indicaciones	Las de uso general
--------------------	--------------------

7.-MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Manipulación	Protegerse con equipos de protección personal adecuados.
--------------	--

Almacenamiento	Almacenar en lugar seco y libre de contaminantes.
----------------	---

Envases	Cualquier material Mantener bien cerrados los envases
---------	--

8.-CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCION PERSONAL

Información general	Manipular con cuidado
---------------------	-----------------------

Límites de exposición	Las de uso general
-----------------------	--------------------

Protección respiratoria	Si la ventilación es insuficiente utilizar mascarillas de protección en caso de polvo.
-------------------------	--

Protección de las manos	Utilizar guantes de protección de cualquier material.
-------------------------	---

Protección de la piel	Utilizar ropa de trabajo adecuada
-----------------------	-----------------------------------

FILTROCEL

Filtrante de agua

FICHA TÉCNICA

9.-PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Protección de los ojos	Utilizar gafas de seguridad cerradas o pantallas faciales.
Estado físico	Granulado
Color	Verde azulado
Olor	Inodoro
PH solución acuosa al 5%	7,9
Solubilidad en agua (20°C)	<1000 mg/litro
Densidad aparente	300-400 Kg./m3:compactada 520 Kg./m3
Punto de fusión/reblandecimiento	Estable a 1300 grados Celsius /No aplicable
Higroscopicidad	El producto es Higroscópico

10.-ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	El producto es estable
Condiciones a evitar	Ninguna conocida
Productos de la descomposición	Ninguno

11.-INFORMACION TOXICOLOGICA

Toxicidad aguda	Ninguna
Efectos locales:	No aplica
Peligro de sensibilización	No sensibiliza
Toxicidad reproductiva	No aplicable

12.-INFORMACION ECOLOGICA

Adoptar buenas prácticas en el trabajo, para obtener resultados esperados aplicar con dirección técnica y mantener registro de información.	
Toxicidad acuática:	No aplicable

13.-CONSIDERACIONES PARA LA ELIMINACION

El producto no esta considerado como residuo peligroso. Recoger si es posible. En todo caso cumplir con las leyes y condiciones vigentes.		
Producto no peligroso	Transportar unitarizado	Usar vía marítima, aérea o terrestre

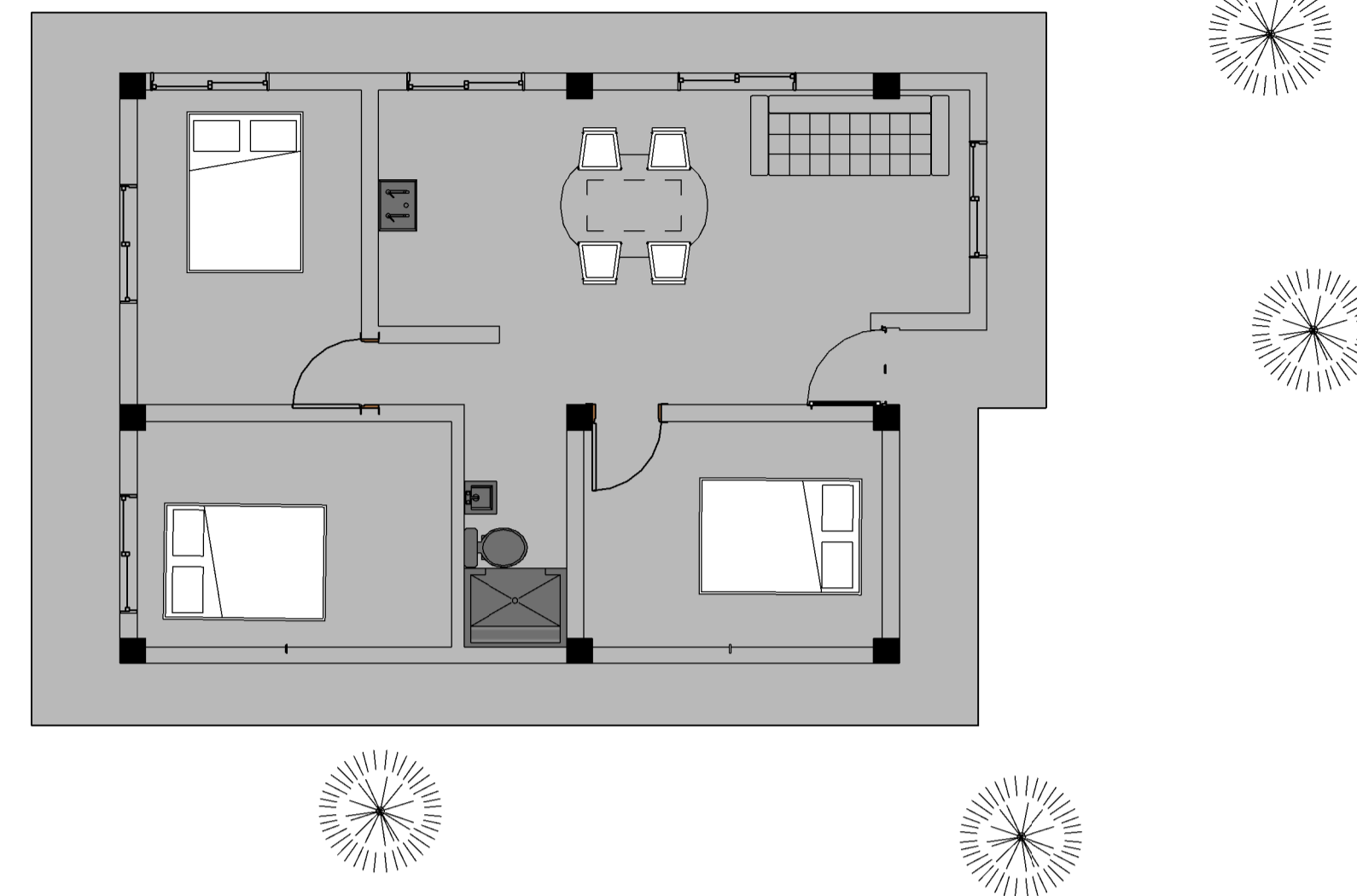
Embalaje apropiado	Marcas las necesarias	No recomendable como carga suelta	No transportar con productos contaminantes
Transporte por carretera y ferrocarril		Transporte por vía aérea	
Es absorbente	En contacto permanente es abrasivo	Soporta presión	Soporta temperatura
Manipulación	No restringido	No explosivo	No peligroso
Entrenamientos y emergencias	Instrucciones al personal sobre los riesgos del producto.		
Usos no recomendados	Mezclar con ácidos		
Cualquier producto químico puede ser manejado en condiciones seguras, si se conocen sus propiedades físicas y químicas y se utilizan las medidas y prendas de protección adecuadas.			
Principales fuentes bibliográfica general en libros especializados e Internet.			
La información contenida en esta ficha técnica y hoja de seguridad esta basada en nuestro estado de conocimiento y son una guía para el usuario, intentando reflejar en la misma el estado actual de la técnica pero que, de ningún modo puede comprometer nuestra responsabilidad.			

Figura 34. Ficha técnica Zeolita

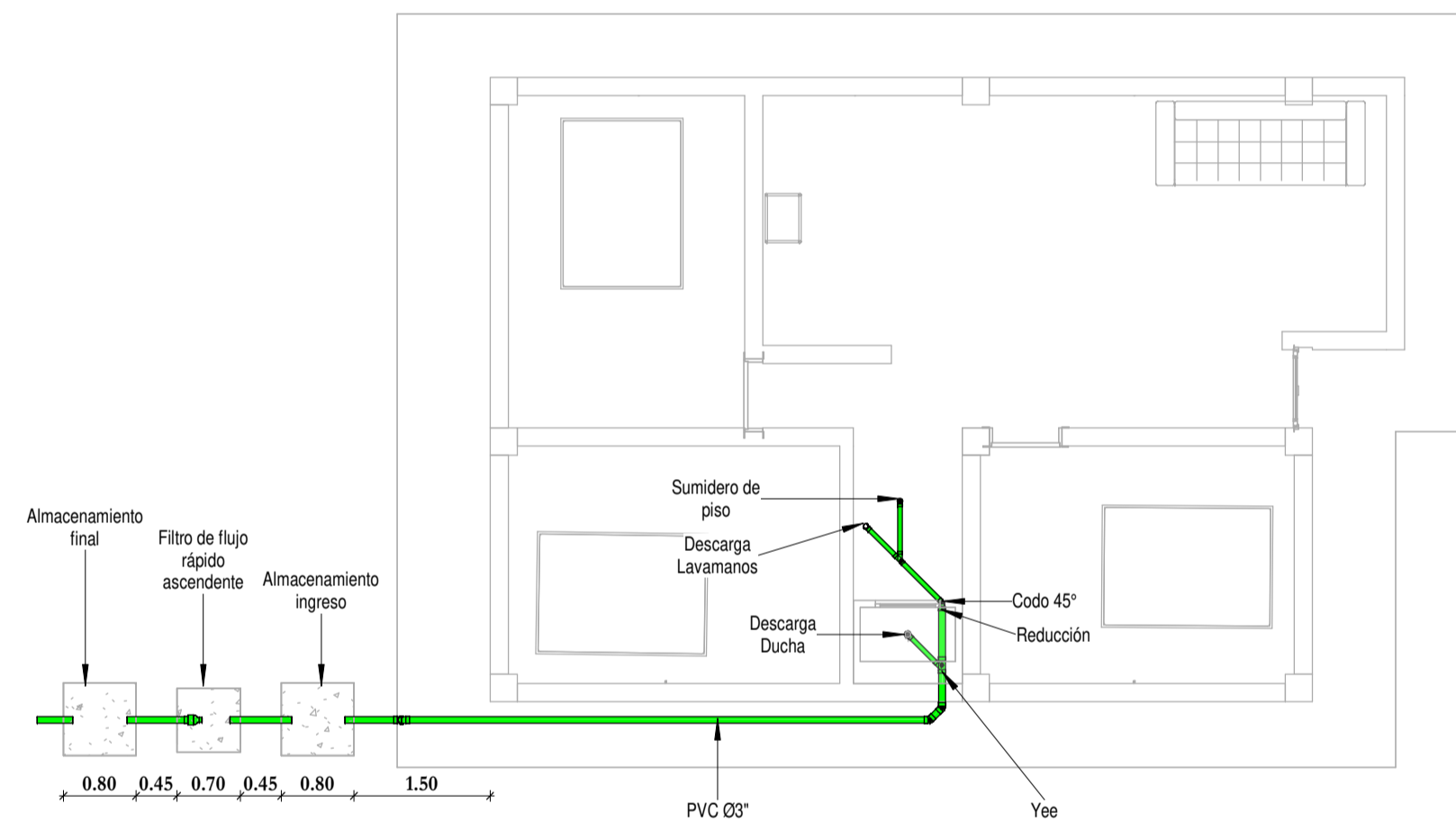
Fuente: Filtrocel



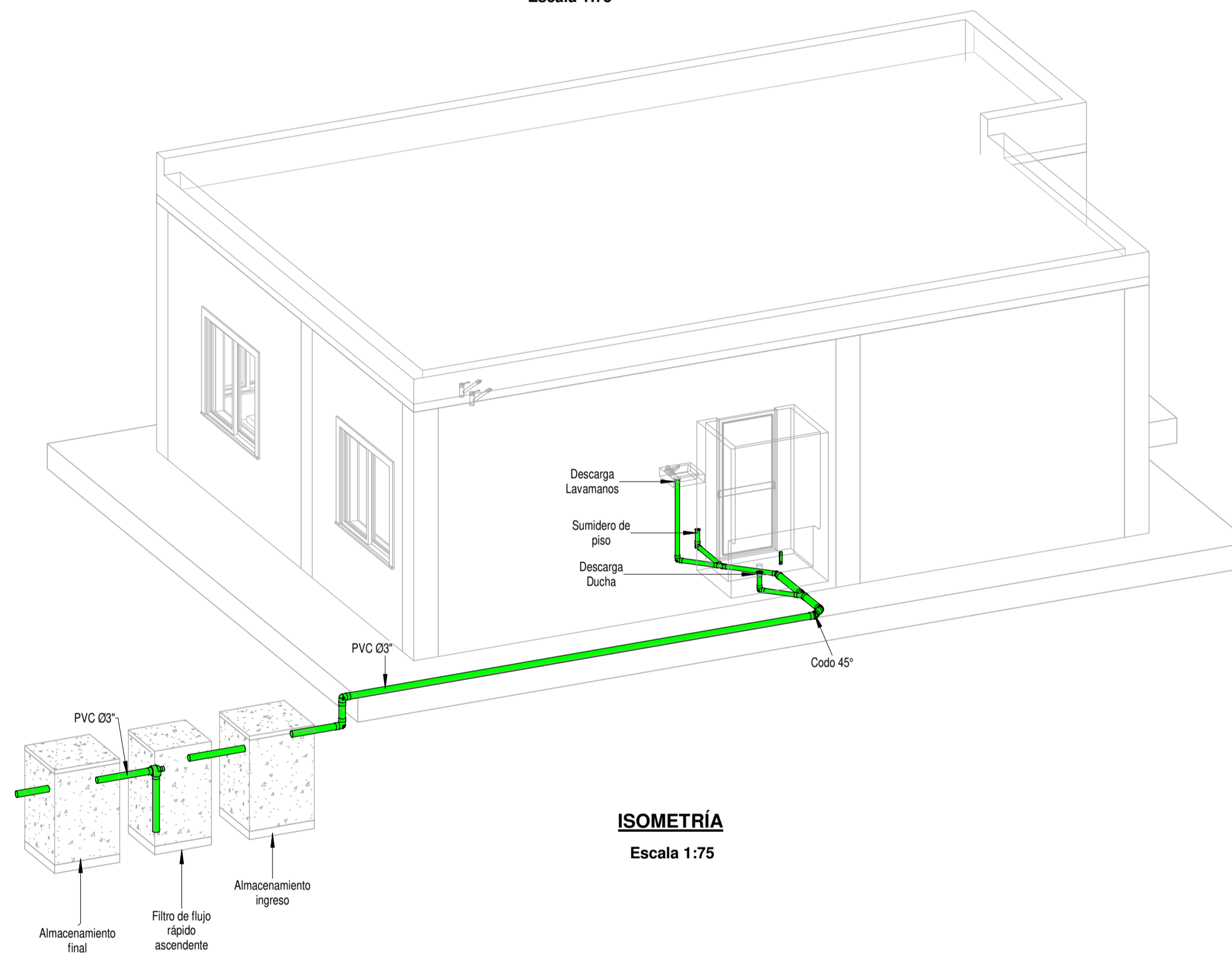
VISTA 3D
Escala 1:75



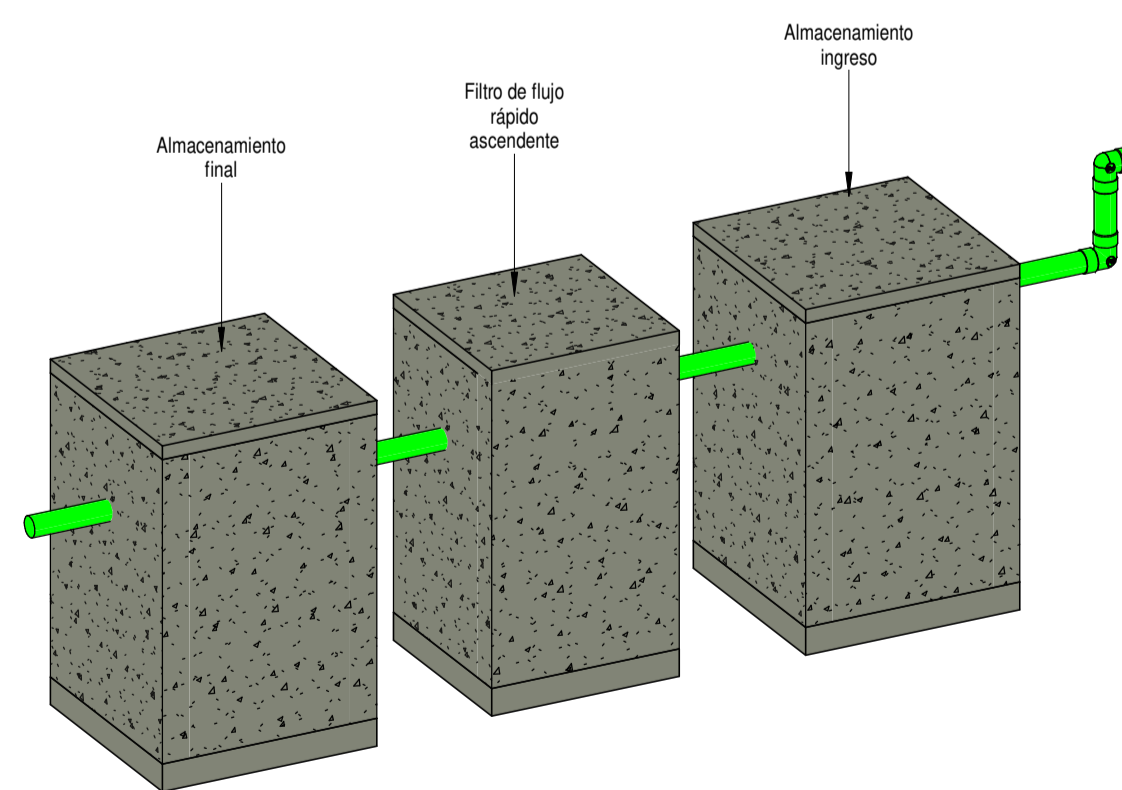
PLANTA BAJA
Escala 1:75



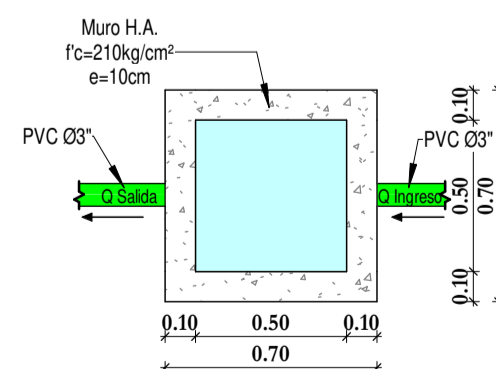
VISTA PLANTA
Escala 1:75



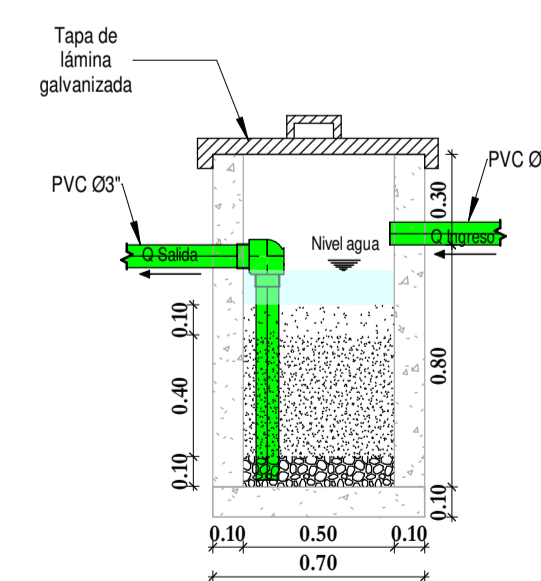
ISOMETRÍA
Escala 1:75



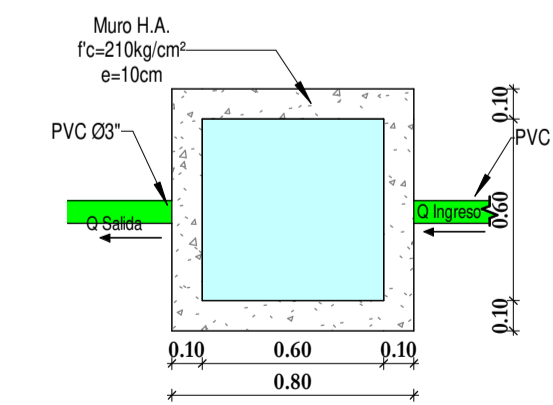
ISOMETRÍA TRATAMIENTO AGUAS GRISES ALTERNATIVA 1
Escala 1:25



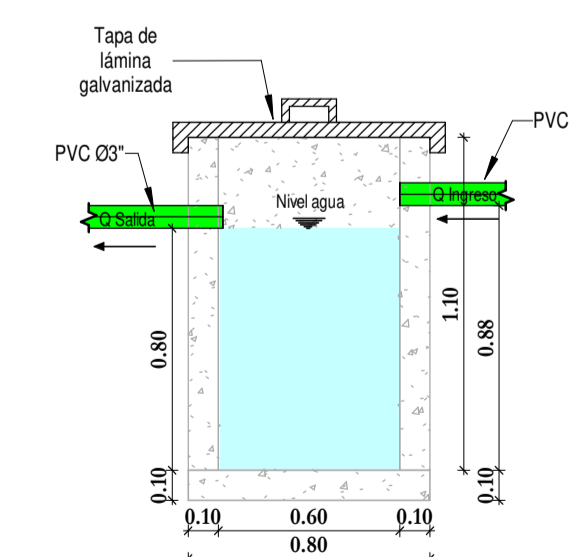
VISTA EN PLANTA
Escala 1:25



SECCIÓN TRANSVERSAL
Escala 1:25



VISTA EN PLANTA
Escala 1:25



SECCIÓN TRANSVERSAL
Escala 1:25

ALMACENAMIENTO INGRESO

FILTRO DE FLUJO RÁPIDO ASCENDENTE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:
"ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PROCEDENTES DEL LAVABO Y DUCHA CON EL USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

DOCENTE:
Ing.Galo Núñez

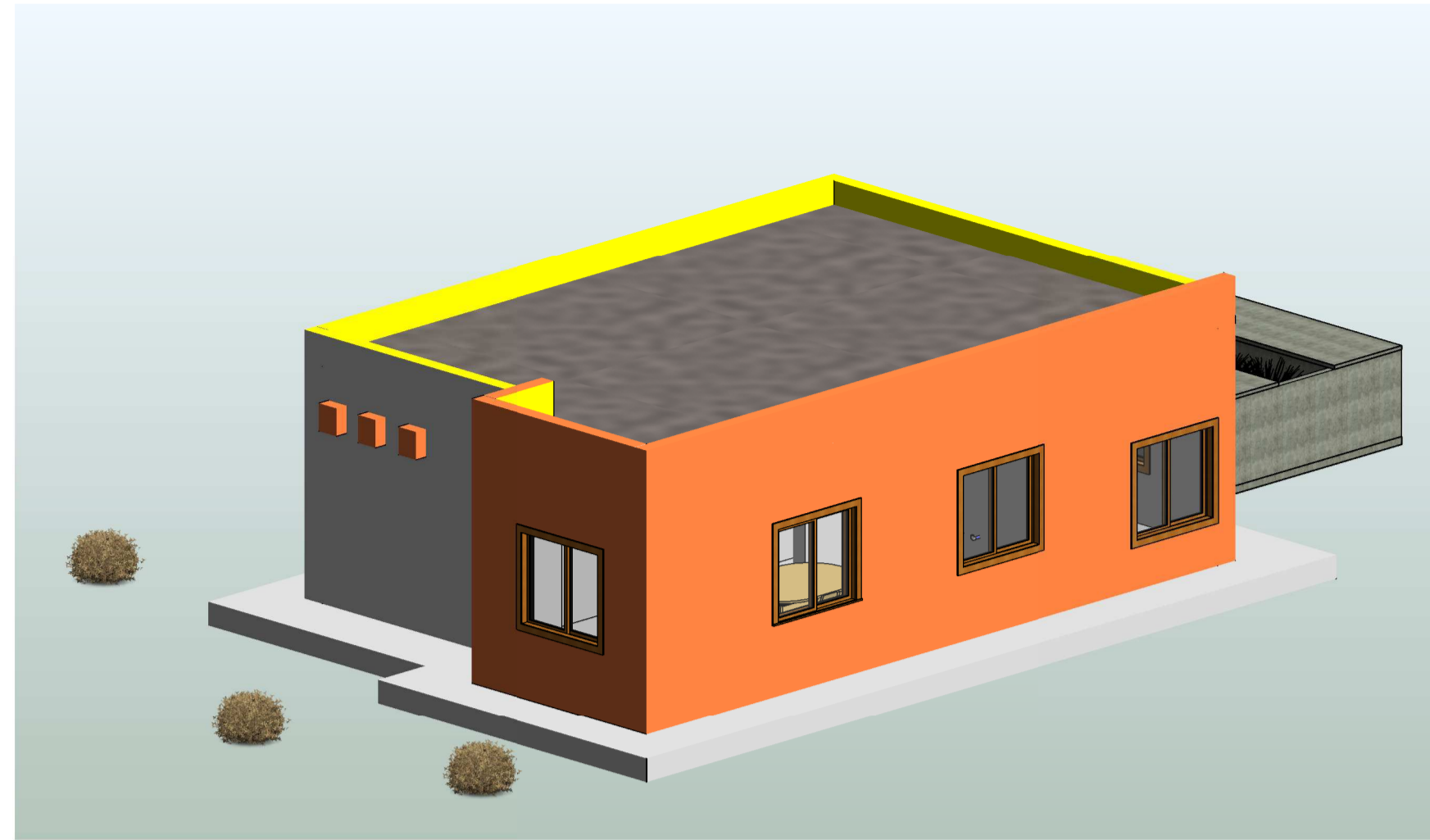
ESTUDIANTE:
Enrique Espin

CONTIENE:
- INSTALACIÓN HIDROSANITARIA
-TRATAMIENTO AGUAS GRISES

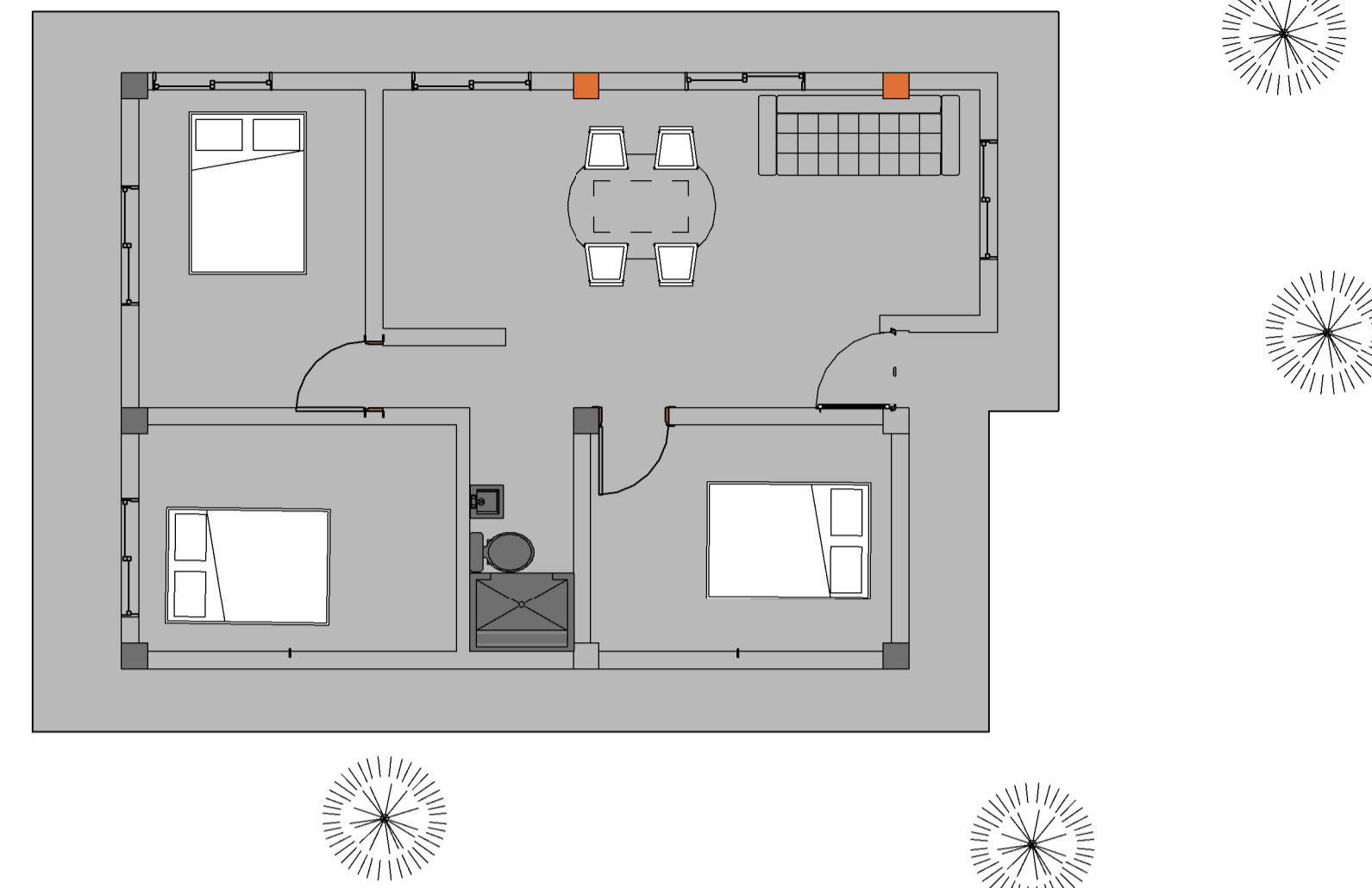
ESCALA:
Como se indica

FECHA:
24/10/2019

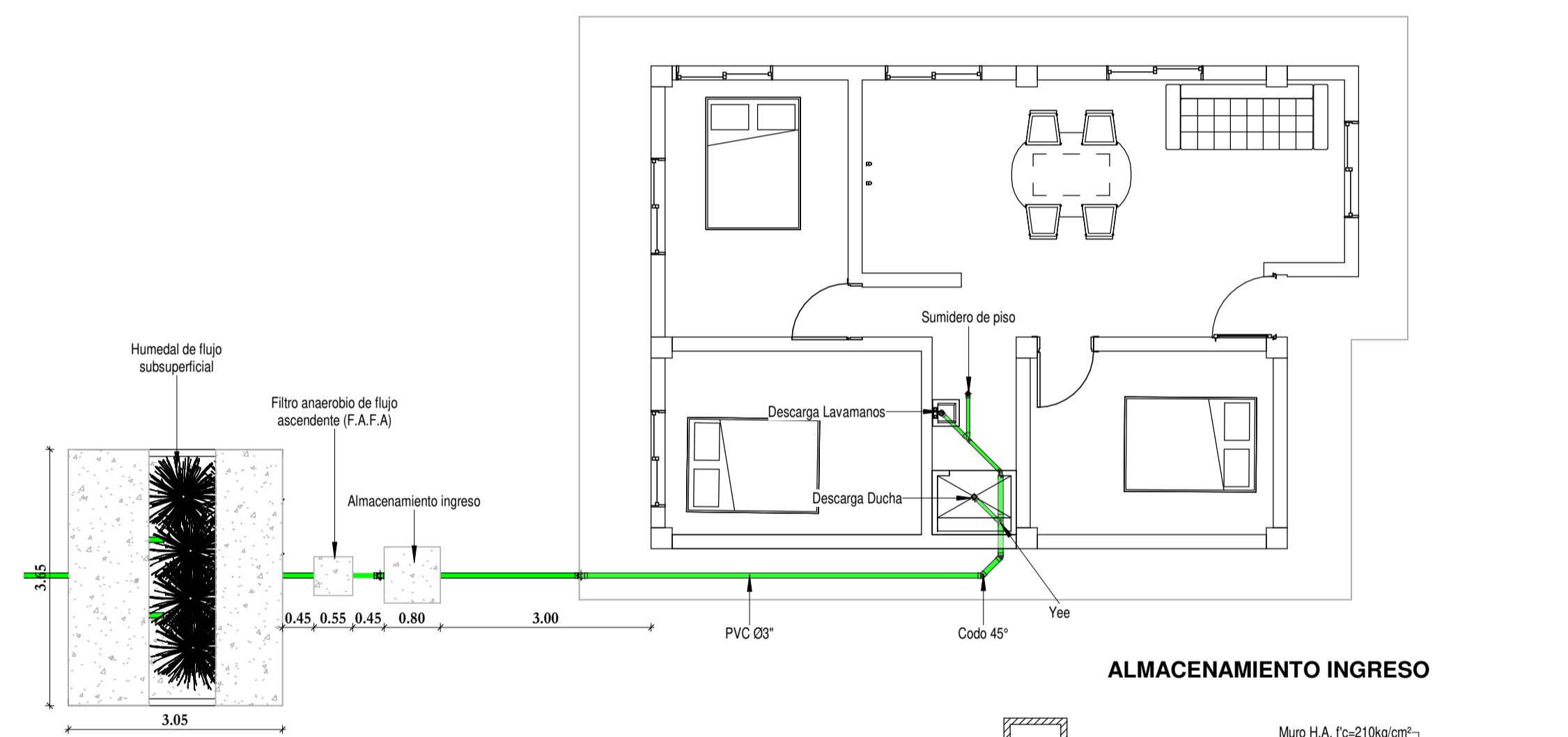
LÁMINA:
A1



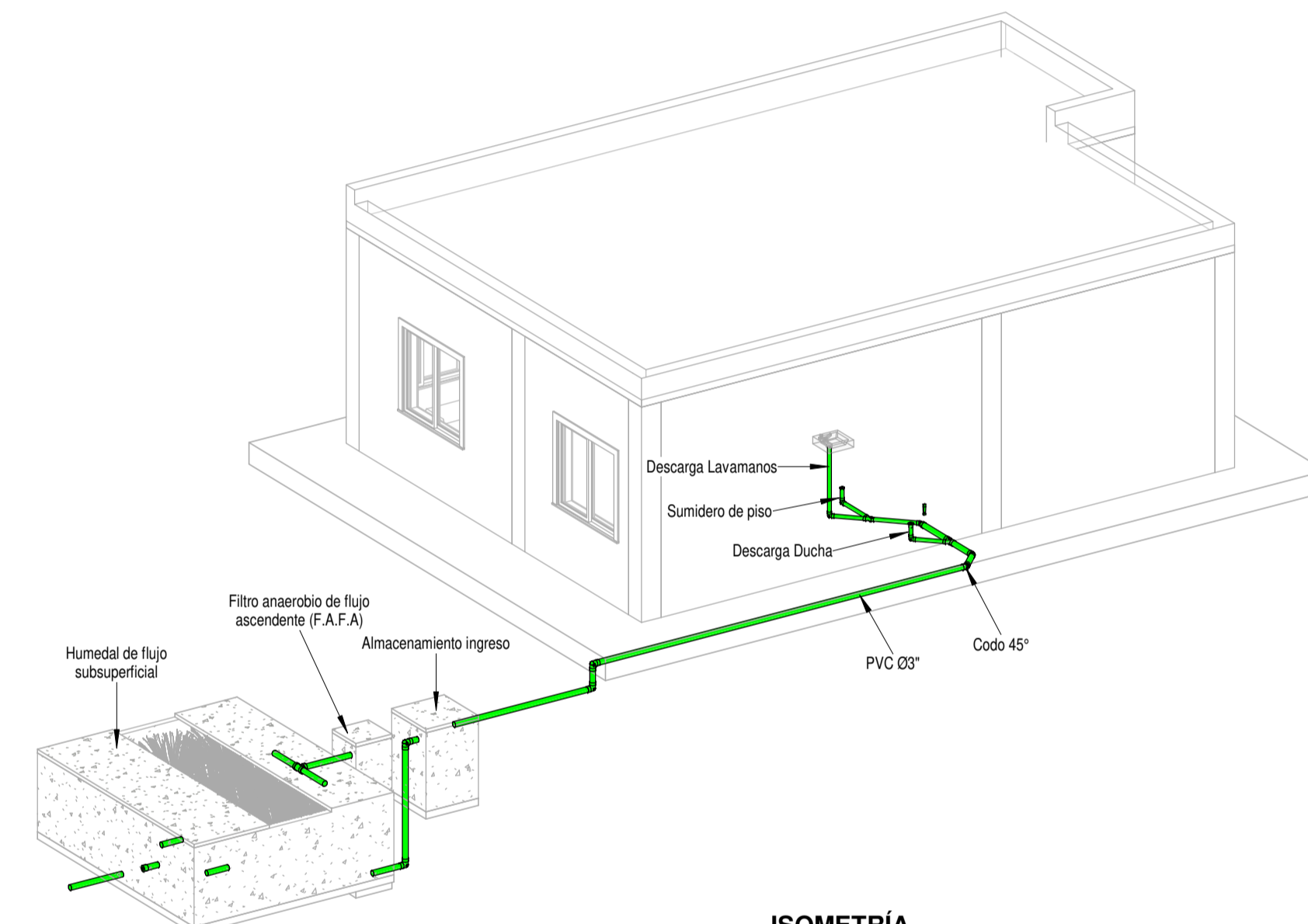
VISTA 3D
Escala 1:75



PLANTA BAJA
Escala 1:75

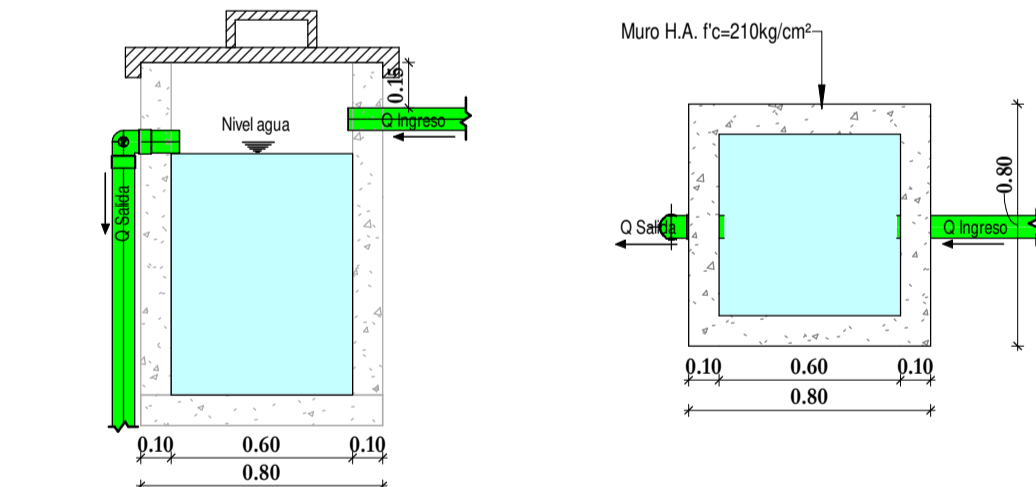


ALMACENAMIENTO INGRESO



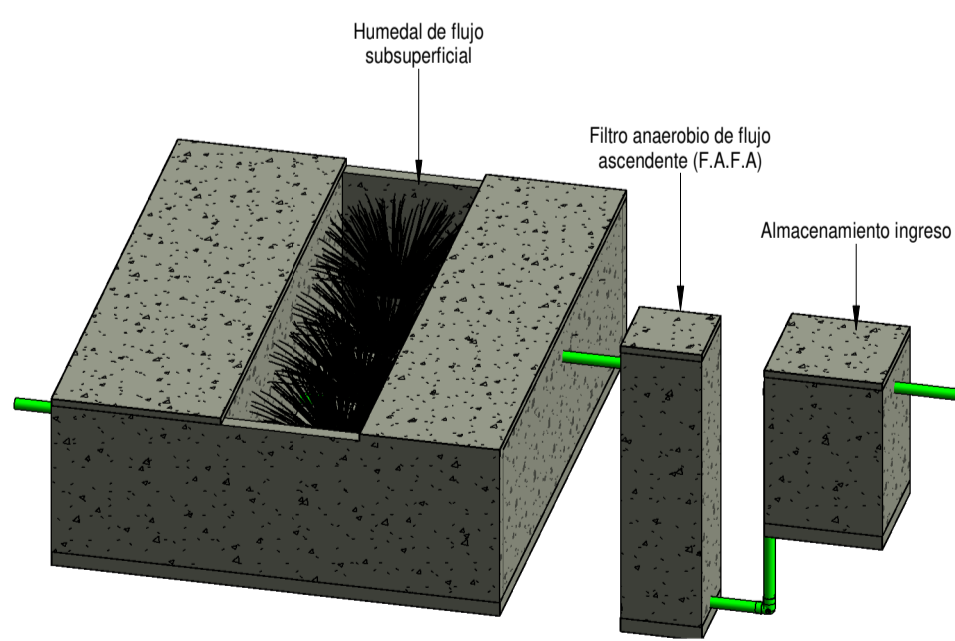
ISOMETRÍA
Escala 1:75

VISTA PLANTA
Escala 1:75

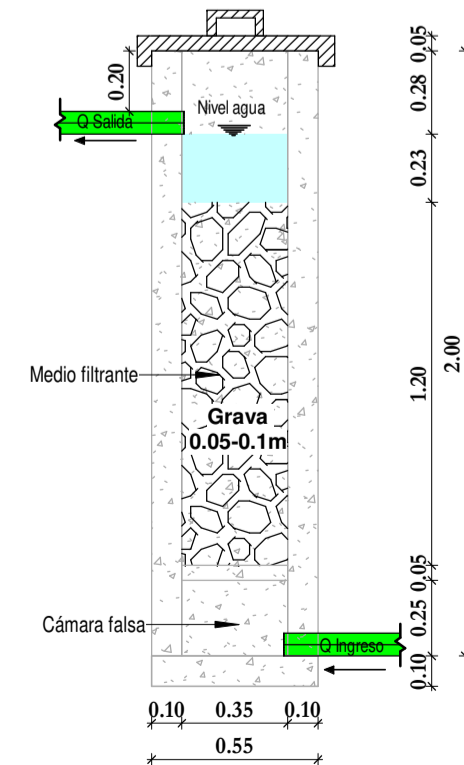


SECCIÓN TRANSVERSAL
Escala 1:25

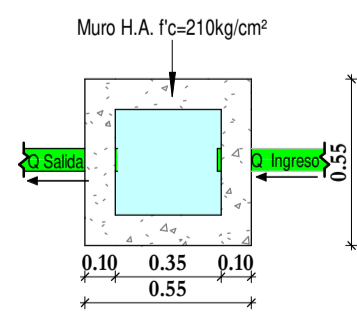
VISTA EN PLANTA
Escala 1:25



ISOMETRÍA ALMACENAMIENTOS
Escala 1:25

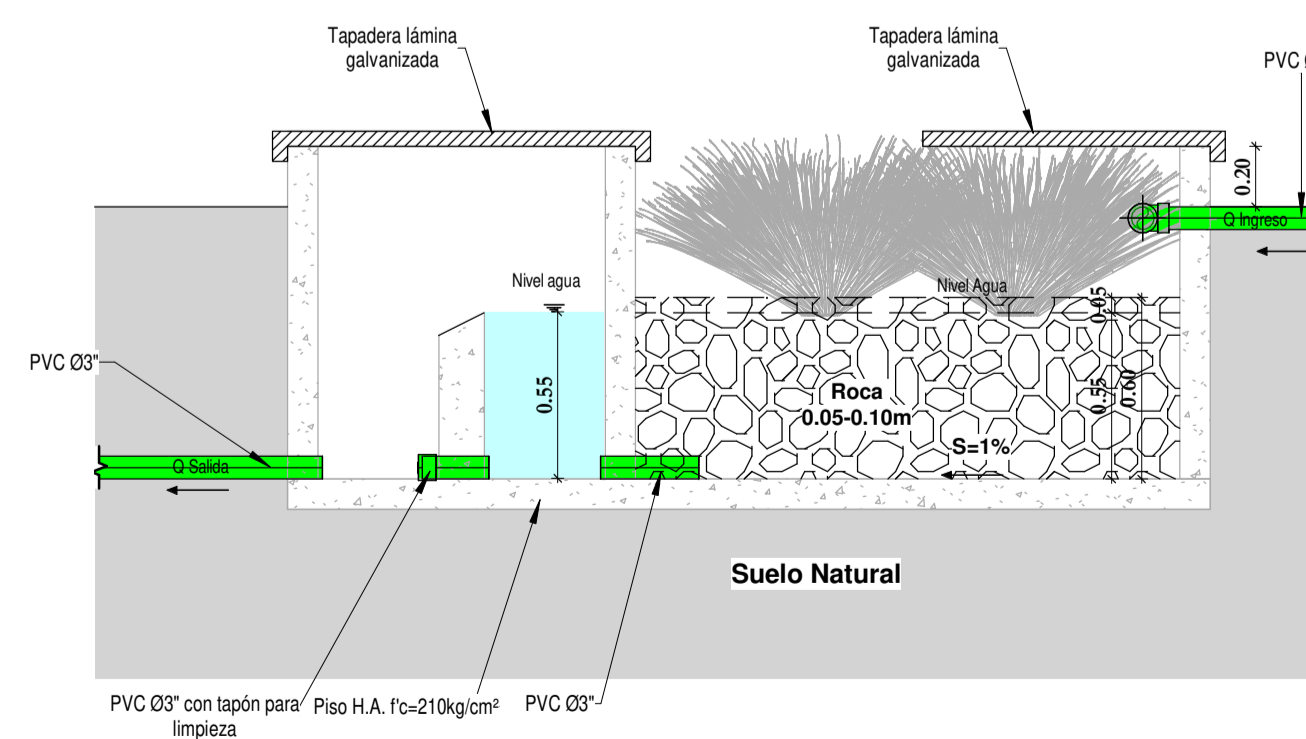


SECCIÓN TRANSVERSAL
Escala 1:25

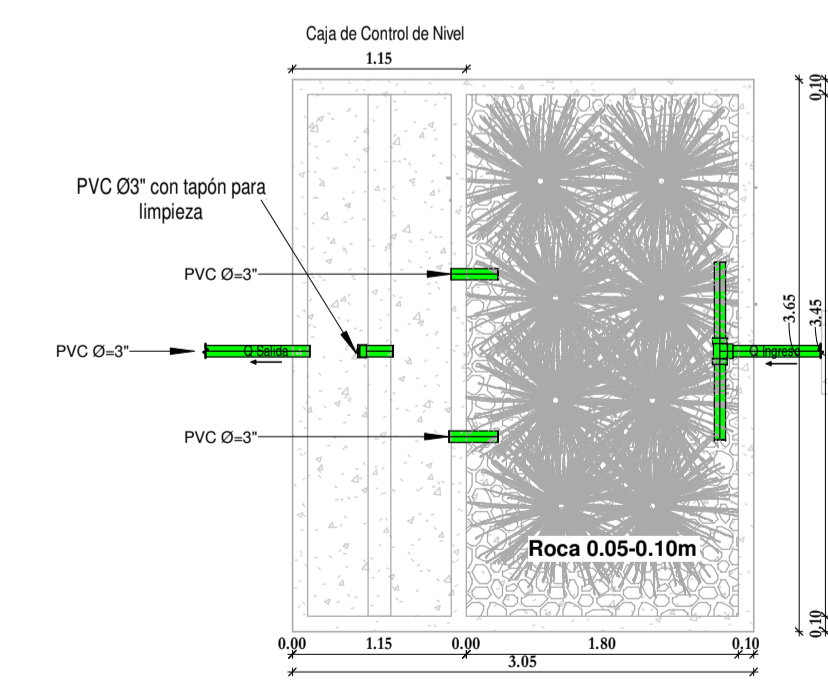


VISTA EN PLANTA
Escala 1:25

ALMACENAMIENTO INGRESO



SECCIÓN TRANSVERSAL HUMEDAL
Escala 1:25



VISTA EN PLANTA HUMEDAL
Escala 1:50

HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:
"ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS PROCEDENTES DEL LAVABO Y DUCHA CON EL USO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

DOCENTE:
Ing.Galo Núñez

ESTUDIANTE:
Enrique Espin

CONTIENE:
- INSTALACIÓN HIDROSANITARIA
- ALTERNATIVA 2 TRATAMIENTO AGUAS GRISAS

ESCALA:
Como se indica

FECHA:
24/10/2019

LÁMINA:
A1