

Evaluación del funcionamiento de las trampas de grasa en la vereda La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali-Colombia.

María Camila Castillo Peña

Oscar Armando Vanegas Ortiz



Ingeniería Sanitaria y Ambiental - 3754

Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente

Facultad de Ingeniería

Universidad del Valle

Santiago de Cali

2024

Evaluación del funcionamiento de las trampas de grasa en la vereda La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali-Colombia.

María Camila Castillo Peña

Oscar Armando Vanegas Ortiz

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera e Ingeniero Sanitario y Ambiental

Director:

Carlos Arturo Madera Parra Ing. M.Sc. Ph.D.



Ingeniería Sanitaria y Ambiental - 3754

Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente

Facultad de ingeniería

Universidad del Valle

Santiago de Cali

2024

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradecer a mi mamá y papá por acompañarme y darme un apoyo incondicional en todos los momentos de desarrollo de mi carrera y trabajo de grado.

A mis compañeros y futuros colegas que estuvieron presentes e hicieron parte de mi formación académica como personal.

A Dios, por brindarme bienestar y las mejores oportunidades siempre para poder crecer en este camino.

María Camila Castillo Peña

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de grado.

Además, agradezco sinceramente a mis amigos y familiares por su apoyo incondicional, comprensión y ánimo durante este desafiante pero gratificante camino académico.

Este trabajo no habría sido posible sin la ayuda y el apoyo de todas estas personas. A todos ellos, ¡muchas gracias!

Oscar Armando Vanegas Ortiz

Queremos agradecer en conjunto a los profesores Héctor Mario Gutiérrez, Jaime Mosquera, Andrea Pérez, Federico Pinzón y al operario de ASOVORÁGINE E.S.P Checho Villa por haber dedicado invaluablemente su tiempo al desarrollo de diferentes aspectos de nuestro trabajo de grado. Asimismo, queremos reconocer y agradecer a nuestro director Carlos Madera, por su colaboración y orientación durante toda nuestra investigación.

Finalmente, dar nuestro más sincero agradecimiento a las personas de la comunidad de La Vorágine que estuvieron dispuestos a trabajar con nosotros y brindarnos un espacio de su tiempo.

RESUMEN

La Vorágine, vereda ubicada en el corregimiento de Pance, zona rural de Santiago de Cali, se caracteriza por tener una riqueza natural circundante y con propósitos turísticos, sociales, culturales y sobre todo de gran importancia ambiental, este lugar presenta alta afluencia de turistas, principalmente los fines de semana con propósito recreacionales y deportivos. En este contexto, la economía de la comunidad está centrada en el turismo, la preparación y venta de alimentos. Sin embargo, esto conlleva a una alta generación de grasas y aceites, que están presentes en el agua residual de las viviendas de la comunidad y la cual, al ser dispuestos de manera incorrecta, pueden generar problemas operacionales en el sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residual de La Vorágine. Por lo cual, como tratamiento preliminar diferentes usuarios de la población disponen de trampas de grasa con el objetivo de retirarlas del agua y evitar que lleguen al resto de componentes del sistema de saneamiento de la comunidad.

En el presente trabajo se cuantificó la producción de grasa de los diferentes usuarios y se caracterizaron las condiciones de diseño de 26 trampas de grasa para varias categorías de usuarios, encontrando que el 88% de los sistemas evaluados cuentan con condiciones bajas o regulares en el funcionamiento, principalmente por características en el diseño que afectan la retención de las grasas. Sumado a lo anterior, se determinó que las actividades de operación y mantenimiento que los usuarios ejecutan no son las adecuadas. Por otra parte, como consecuencia de la disposición final de los residuos de grasa en el suelo por algunos usuarios, se evaluaron parámetros fisicoquímicos del agua residual de las trampas de grasas, encontrando un alto potencial de contaminación al momento de disponerse sobre este.

Frente a las falencias de los componentes encontrados en las trampas de grasas, se plantearon alternativas de mejora, además, se determinó participativamente con la comunidad la disposición adecuada de las grasas, presentándolas como residuo al camión recolector. Lo anterior, buscando acoplarse a la dinámica poblacional.

Finalmente, se elaboró una guía de operación y mantenimiento de trampas de grasa para la comunidad de La Vorágine, acoplándose al contexto cultural y socioeconómico de la población con el objetivo de orientar a los usuarios para un funcionamiento óptimo de las unidades evaluadas.

Palabras clave: trampas de grasa, grasas y aceites, operación y mantenimiento.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	9
2	ANTECEDENTES	11
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
4	JUSTIFICACIÓN	15
5	OBJETIVOS	16
5.1	Objetivo general	16
5.2	Objetivos específicos.....	16
6	MARCO CONCEPTUAL	17
6.1	Agua residual.....	17
6.2	Agua residual doméstica	17
6.3	Aceites y grasas	17
6.4	Trampa de grasas.....	18
6.5	Tanque séptico.....	18
6.6	Operación y mantenimiento	19
6.7	Participación Comunitaria.....	20
7	METODOLOGÍA	21
7.1	Zona de estudio	21
7.2	Selección de los establecimientos	22
7.3	Etapa de seguimiento	23
7.3.1	Cuantificación de la producción de grasas	23
7.3.2	Caracterización de las trampas de grasa.....	27
7.3.3	Medición de parámetros de calidad de agua	29
7.3.4	Caracterización de operación y mantenimiento	30
7.4	Selección de alternativas de mejoramiento	31
7.4.1	Taller con la comunidad.....	31
7.5	Guía de operación y mantenimiento para trampas de grasa.....	33
8	RESULTADOS Y ANÁLISIS	34
8.1	Selección de los establecimientos	34
8.2	Etapa de seguimiento	35
8.2.1	Cuantificación de la producción de grasas	35

8.2.2	Caracterización de las trampas de grasa.....	39
8.2.3	Medición de parámetros de calidad de agua	48
8.2.4	Caracterización de operación y mantenimiento	56
8.3	Selección de alternativas	60
8.3.1	Taller con la comunidad.....	60
8.3.2	Presentación y selección de alternativas	63
8.4	Guía de operación y mantenimiento para trampas de grasas.	69
9	CONCLUSIONES	75
10	RECOMENDACIONES	76
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
12	ANEXOS.....	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Formato para la determinación de importancia de parámetros	28
Tabla 2.	Preguntas realizadas para incentivar la participación de la comunidad	33
Tabla 3.	Usuarios registrados y usuarios empleados para cuantificación de grasa.....	34
Tabla 4.	Estimación de producción de grasa para la comunidad de La Vorágine	37
Tabla 5.	Respuestas de expertos.....	39
Tabla 6.	Criterios escogidos para evaluación.....	41
Tabla 7.	Puntajes de evaluación del funcionamiento	41
Tabla 8.	Usuarios con más de una trampa de grasa.....	43
Tabla 9.	Volumen trampa de grasa usuarios residenciales.....	44
Tabla 10.	Volumen trampa de grasa usuarios comerciales y turísticos.....	45
Tabla 11.	Catálogo trampas de grasa empresa Coflex	45
Tabla 12.	Resultados de disminución del TRH al nuevo prediseño.....	47
Tabla 13.	Tiempo estimado de almacenamiento de grasa.....	48
Tabla 14.	Clasificación agua residual.....	50
Tabla 15.	Recomendaciones de operación presentadas en el taller.....	63
Tabla 16.	Ventajas y desventajas de las alternativas de disposición de grasas	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema en vista en perfil de una trampa de grasa	18
Figura 2. Esquema en vista en perfil de un tanque séptico	19
Figura 3. Ubicación de la Vorágine en Santiago de Cali	21
Figura 4. Proceso de secado del material extraído de las trampas de grasas.	24
Figura 5. Divulgación de taller.....	32
Figura 6. Recordatorio entregado a los usuarios	32
Figura 7. Georreferenciación de las trampas de grasa en La Vorágine	35
Figura 8. Producción promedio de grasas y aceites por categoría	36
Figura 9. Resultado evaluación de parámetros de diseño	42
Figura 10. Dimensiones de cada modelo de trampa de grasa Coflex	46
Figura 11. Resultados de DQO por categoría	49
Figura 12. Valores de temperatura para las diferentes categorías.....	51
Figura 13. Muestra una vez agregado $MnSO_4$ y álcali yoduro azida.	53
Figura 14. Valores de pH para las diferentes categorías	54
Figura 15. Valores de conductividad eléctrica para las diferentes categorías.....	55
Figura 16. Resultados de encuestas O&M	57
Figura 17. Resultados aplicación escala Likert frente a los impactos. a) Porcentajes de respuesta por cada opción b) Puntuación obtenida por cada ítem	59
Figura 18. Asistencia de usuarios al Taller	60
Figura 19. Ejecución de taller con la comunidad	60
Figura 20. Respuestas e inquietudes recibidas mediante la realización del taller.....	62
Figura 21. Métodos de disposición de residuos de trampa de grasa	65
Figura 22. Guía de operación y mantenimiento para trampas de grasa	73
Figura 23. Entrega final de la guía de operación y mantenimiento e informe de las falencias de diseño	73
Figura 24. Explicación de la guía de operación y mantenimiento e informe de las falencias de diseño	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Folleto informativo sobre la actividad.....	86
Anexo 2. Encuesta enviada a expertos.....	87
Anexo 3. Planilla de registro de datos.....	87
Anexo 4. Encuesta realizada a los usuarios para caracterización de actividades O&M.....	88
Anexo 5. Encuesta realizada al operario de ASOVORÁGINE E.S.P.	90
Anexo 6. Material presentado ante la comunidad en el taller	90
Anexo 7. Informe sobre el estado de las trampas de grasa entregado a ASOVORÁGINE E.S.P	106
Anexo 8. Resultados aplicación escala Likert sobre impactos	111

1 INTRODUCCIÓN

La producción de grasas y aceites ha venido en constante aumento en los últimos años, procediendo principalmente de locales comerciales dedicados a la venta de alimentos como restaurantes y de actividades domésticas de alimentación dentro de las viviendas, así, según Williams et al., (2012), es posible estimar la producción per cápita de grasas y aceites en los países desarrollados en más de 50 kg/año en comparación con menos de 20 kg/año en los países menos desarrollados, no obstante, independiente de la cantidad de material generado, la disposición ha traído consigo problemas ambientales, tanto para el suelo como para los cuerpos de agua receptores, ya que los aceites y grasas tienen baja solubilidad y alta resistencia a la degradación, lo que los convierte en uno de los constituyentes orgánicos más complejos a tratar (Junqueira et al., 2017).

Por otro lado, en cuanto a aguas residuales con contenido de grasas, estas pueden generar dificultades afectando los procesos de tratamiento, debido a que las grasas y aceites que no se eliminan en las primeras unidades, pueden causar bloqueos en la infraestructura de la planta, generando dificultades como la interrupción de los procesos de sedimentación y clarificación, adicional a ello, la lenta degradación de las grasas y aceites en las plantas de tratamiento de agua residual también puede afectar la actividad de los microorganismos al impedir la transferencia de oxígeno o ralentizar la degradación de materia orgánica (Wallace et al., 2017), estos problemas conducen a mayores costos operativos y de mantenimiento. Según la Asociación Europea de la Industria de la Biomasa (2015), en el proyecto EU-RecOil se estimó que el 25 % de los costos de tratamiento de aguas residuales pueden atribuirse a las grasas y aceites.

A partir de lo anterior, los compuestos grasos deben pasar por un pretratamiento el cuál disminuya la concentración y evite las dificultades mencionadas, por ello, las trampas de grasas son unidades diseñadas con el fin de retener superficialmente las partículas menos densas que el medio para su posterior remoción (Junqueira et al., 2017), además, en conjunto con buenas acciones de operación y mantenimiento generan una buena remoción, lo cual concuerda con Mattsson et al., (2014), donde en sus estudios sobre la eficiencia de las trampas de grasas en conjunto con la población, concluyó que el mantenimiento de las unidades es primordial para aumentar la retención de los aceites y grasas.

Desde la perspectiva de este estudio, ejecutado en la vereda La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali, el entorno económico se centra en actividades turísticas implicando una alta producción

de comida y en consecuencia, alta generación de grasas y aceites. Aunque muchos de estos usuarios cuentan con sistemas de trampas de grasa como pretratamiento para el agua residual gris, estas han presentado fallas de diseño lo que en consecuencia afecta negativamente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la comunidad.

Así, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el desempeño de los sistemas trampa de grasas de la comunidad de La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali. El proceso consistió en cuantificar la producción de grasa en las categorías: turístico, comercial y residencial; caracterizar las condiciones de diseño de las trampas de grasas en contraste con lo recomendado en Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable rural de Colombia – 2021 (RAS); evaluar las características fisicoquímicas del agua residual dentro de los sistemas por medio de los parámetros como DQO, potencial REDOX, conductividad, pH, oxígeno disuelto y temperatura; determinar las labores de operación y mantenimiento llevadas a cabo por cada uno de los usuarios de La Vorágine y por último, determinar las alternativas de mejoramiento de los sistemas de manera participativa con la comunidad.

El estudio reveló que la comunidad de La Vorágine produce una cantidad importante de grasa, alcanzando 2332 kg anualmente. De las 26 trampas de grasa presentes, el 88% exhiben deficiencias en su funcionamiento debido a problemas de diseño. Además, se constató que las actividades de operación y mantenimiento realizadas por los usuarios no son las más adecuadas para garantizar un rendimiento óptimo de los sistemas. El aporte de grasas de los usuarios de la comunidad de La Vorágine es en su orden: usuarios comerciales (67%), seguidos por usuarios turísticos (29%) y residenciales (4%). Además, se identificó que el 41% de la producción total de grasa se dirige hacia la PTAR de la comunidad, acumulándose principalmente en las unidades de tanque séptico, lo que conlleva a un incremento en las actividades de mantenimiento y un aumento en los costos operativos.

2 ANTECEDENTES

Los sistemas de saneamiento como el uso de trampas de grasas han sido relevantes para la conservación y optimización del tratamiento de aguas residuales, representando una oportunidad en los establecimientos con alta producción de aceites y grasas para realizar un tratamiento preliminar de agua grises, antes de llevarlo a un sistema de depuración como puede ser, una planta de tratamiento de agua residuales o sistemas individuales incorporados dentro de los predios (tanque séptico, campo de infiltración y/o pozo de absorción). De acuerdo con lo anterior, esto ha permitido realizar varios estudios entorno a las trampas de grasas desde distintas perspectivas y contextos, algunos de ellos se presentan a continuación.

Adriana Caicedo en su trabajo titulado “Evaluación de una tecnología individual para manejo de excretas y aguas grises en los corregimientos de Cañutico y San Francisco en el departamento del Cauca”, en el 2011, resaltó las condiciones críticas de saneamiento en dos corregimientos de estudio (Cañutico y San Francisco), donde con el apoyo de CINARA y Plan Internacional, realizaron un programa de agua y saneamiento con el objetivo de mejorar la calidad de los pobladores por medio de sistemas pilotos, siguiente, evaluaron las alternativas en busca de una sostenibilidad y un continuo mejoramiento. Finalmente, se obtuvo que el uso de trampas de grasa en Cañutico permitió obtener una mejor eficiencia respecto a San Francisco donde no contaban con este sistema (Caicedo, 2011).

Juan Fernando Campo en su trabajo titulado “Estado del arte de los sistemas sépticos para el tratamiento del agua residual en zonas rurales”, en el 2022, presentó como objetivo proponer un sistema séptico acoplado a las condiciones de las comunidades rurales en Colombia, las cuales según el mismo autor ha presentado un abandono en saneamiento básico. Así, respecto a la literatura consultada se encontró que para la zona rural hay diferentes complementos para un pozo séptico, pero el sistema mejor acoplado a comunidades rurales dispersas se encuentra integrado por una trampa de grasas, tanque séptico con deflectores, un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y un humedal elevado artificial (Campo, 2022).

También es de gran importancia resaltar la aplicación de las trampas de grasa para la eliminación de tal material a nivel internacional para destacar su relevancia en el campo ambiental, por ello, Jaime Sánchez en su trabajo titulado “El uso de trampas de grasas para disminuir la carga contaminante de grasas y aceites emitida a la red municipal de drenaje”, en el 2011. En México,

las descargas de grasas y aceites cuentan con normas oficiales que rigen y presentan niveles máximos permisibles, no obstante, las zonas urbanas generan un constante deterioro al ambiente y afectación a la salud de los seres vivos por los continuos vertimientos hacia la red de drenaje, además, producen dificultades en los sistemas de tubería por posible taponamiento y sedimentos por la presencia de grasas y aceites. En consecuencia, se obtuvo que el uso de trampas de grasa disminuye la presencia de compuestos grasos en la tubería de drenaje, con porcentajes cercanos al 80%, optimizando el mantenimiento para las diferentes estructuras y mejorando de manera significativa al ambiente, asimismo, ayudan a eliminar altas proporciones de grasas, aceites y permiten disminuir la carga de sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables y reducir la demanda química de oxígeno (Sánchez, 2011).

Yessica Vizcardo en su trabajo titulado “Desarrollo de un programa integral de disminución de valores máximos admisibles en aguas residuales de establecimientos de comida en un centro comercial de Lima”, en el 2019, tuvo como metodología realizar el estudio de diferentes establecimientos donde se producen alimentos y cuentan con trampas de grasa, con el fin de comparar la reducción de distintos parámetros fisicoquímicos como la cantidad de aceites y grasas, DBO, DQO y sólidos suspendidos totales, lo anterior, antes y después de la implementación de un programa integral de gestión de aguas residuales en donde prevalezca la buena operación y mantenimiento de dichos sistemas. Obteniendo que, al emplear capacitaciones sobre limpieza de trampas de grasa y la correcta disposición de los residuos de comida obtuvo resultados positivos teniendo eliminaciones de 85,70%, 73,75%, 70,87% y 52,11%, respectivamente a los parámetros anteriores (Vizcardo, 2019).

En Ecuador Adrián Saltos en su trabajo titulado “Estudio de un sistema de trampas de grasa en la empresa de catering “los almendros” y su incidencia en el cuidado del medio ambiente”, en el 2017, evidenció la problemática de la contaminación al entorno ambiental por residuos grasos sólidos y líquidos que no presentan ningún tipo de regulación y son resultado de la transformación de alimentos, en consecuencia, se buscó un sistema adecuado para la separación de grasas producto de la gastronomía tanto a nivel industrial como para las medianas empresas. Obteniendo finalmente que la aplicación de trampas de grasas ayuda a disminuir drásticamente la contaminación ambiental generado por residuos grasos, ayudando en la producción de aguas residuales más limpias (Saltos, 2017).

De igual manera, Al- Gheethi et al., en su artículo titulado “Establish in-house: A pre-treatment method of fat, oil and grease (FOG) in kitchen wastewater for safe disposal”, en el 2019, presentaron una perspectiva frente al vertimiento directo de aguas residuales de cocina generadas por restaurantes comerciales al sistema de drenaje que contribuye a un colapso en el alcantarillado sanitario, además de las múltiples afectaciones que genera hacia los ecosistemas. Este trabajo, presentó como objetivo desarrollar una trampa de grasa como tratamiento de aguas residuales de cocina crudas basado en el principio de separación por gravedad. Al final, se obtuvo que la eliminación por medio de la optimización de FOG fue del 93,48% con un caudal de 8,27 L/min, incluso, las concentraciones se han reducido de 766,67 mg/L a 50 mg/L, indicando que era un sistema confiable y con una eficiencia notoria para la eliminación de grasas de las aguas residuales de cocina (Al-Gheethi et al., 2019).

Además, según Sultana et al., (2022), han existido casos de estudio sobre la producción de grasas en restaurantes y su afección de manera negativa a los sistemas de drenaje municipal y al tratamiento de aguas servidas, para ello las entidades gubernamentales de países como Estados Unidos, Reino Unido y Australia han creado programas fundamentados en incentivar y educar a la población habitante sobre buena disposición de grasas y aceites, añadiendo qué se enfatiza sobre la necesidad de instalación de trampas de grasa, apoyado de una adecuada operación y mantenimiento para garantizar una alta eficiencia del sistema.

Por ende, los anteriores estudios evidencian de manera general, que el buen funcionamiento de los sistemas de trampa de grasa implementados en diferentes contextos tiene un efecto positivo sobre descontaminación de aguas residuales grises, aspectos de higiene y sanidad para la población de estudio, por ello se optan como un sistema óptimo para remoción de grasas y aceites por su fácil diseño, implementación y actividades de mantenimiento.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La vereda de la Vorágine se destaca y es reconocida por ser un sitio turístico debido al gran valor ambiental que representa para el distrito especial de Santiago de Cali, por lo anterior, existe un aumento en la afluencia de personas hacia la vereda especialmente viernes, sábados, domingos y días festivos. Según Puente (2015), durante los fines de semana la localidad recibe un número indeterminado de personas que llegan con el fin de realizar actividades recreativas, estimadas en cifras desde 5.000, 6.000 y hasta 120.000 visitantes, lo cual se traduce principalmente en un aspecto a favor de la economía propia de la población, ya que dentro de ella existen diferentes establecimientos dedicados a la producción de alimentos, como almuerzos, desayunos y/o comida frita.

Sin embargo, el aumento en las ventas se relaciona de manera directa con el crecimiento de los vertimientos de aguas residuales con altos contenidos de grasas y aceites, provenientes de actividades como: limpieza de utensilios, limpieza del lugar y de cocción de alimentos de origen tanto vegetal como animal, que son dispuestos en el sistema de alcantarillado y consecuentemente dirigidos hacia la PTAR del sector. No obstante, algunos establecimientos cuentan con un sistema de trampa de grasa, que tiene la funcionalidad de disminuir la carga de grasas y aceites que se dirigen a la PTAR funcionando como un pretratamiento.

Los sistemas de trampas de grasa requieren de actividades de operación y mantenimiento adecuados a cada unidad con parámetros de diseño específicos, sin embargo, la población que cuenta con estos sistemas no realiza dichas acciones de manera adecuada según menciona Villa (2022) operario de la PTAR. Mencionado lo anterior, junto al aumento de grasas en las aguas residuales grises domésticas, la PTAR de La Vorágine presenta una continua problemática debido al aumento en la frecuencia de mantenimiento para los tanques sépticos que el operario debe realizar, para así, poder cumplir con una eliminación eficiente de grasas y aceites dentro de la unidad, a la par, esto también genera un aumento en los costos que la PTAR tiene que asumir.

Cabe resaltar una existente problemática ambiental debido a que los vertimientos de grasas y aceites pueden dar paso a fenómenos como la obstrucción de tuberías, debido a que estos compuestos tienden a enfriarse y adherirse a las paredes, acumulando sedimentos y limitando el flujo en las tuberías del alcantarillado, inclusive, los daños son superiores si llegan a los cuerpos de agua, donde por cada litro de residuo de aceite de cocina (RAUC) puede contaminarse hasta mil

litros de agua superficial o hasta más, además, presenta un riesgo hacia los seres vivos acuáticos por la impermeabilización de fuentes hídricas que restringe el intercambio de oxígeno (Bravo et al., 2016).

Finalmente, una vez expuesta la problemática, la pregunta de investigación a la cual se buscó dar solución fue: ¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento adecuadas que se acoplan al contexto de la comunidad de La Vorágine, y que contribuyan a mejorar el funcionamiento de las trampas de grasas que existen en la población?

4 JUSTIFICACIÓN

Atendiendo al problema anterior, el control de las grasas y aceites se vuelve esencial para la protección de los sistemas posteriores de tratamiento de aguas residuales, para ello, en comunidades rurales los sistemas más usados son las trampas de grasa, que si bien cumplen con su función de disminuir la carga de estos compuestos que se dirige hacia la red de alcantarillado, las actividades de operación y mantenimiento juegan un papel relevante en la permanencia y vida útil de esta tecnología de eliminación.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario estimar algunos criterios principales como la producción de grasas por viviendas, con este parámetro es posible estimar la capacidad que puede retener el sistema y a su vez, estimar el tiempo de limpieza que la trampa de grasa necesita para no afectar de manera negativa la capacidad de retención de este; se tiene que no cuentan con estudios de caracterización de los sistemas y las actividades de operación y mantenimiento que la población realiza, lo cual, según el operario C. Villa (comunicación personal, 5 de diciembre del 2022) debido a que son necesario recursos principalmente económicos para el levantamiento de esta información.

Adicionalmente, las trampas de grasas con las que cuenta la comunidad no han sido valoradas por largos periodos de tiempo, así, en el presente trabajo de grado se realizó una evaluación de los sistemas existentes que permita plantear estrategias participativamente con la comunidad para lograr una optimización de estas unidades y alivianar la carga de grasas y aceites que están llegando a las unidades de tanque séptico de la PTAR, lo cual tendría un beneficio en la reducción de la frecuencia de mantenimiento.

Finalmente, estas actividades están encaminadas a brindar un apoyo a la comunidad y a La Asociación de Usuarios y Acueducto y Alcantarillado (ASOVORAGINE E.S.P.), en el planteamiento de dichas alternativas acopladas a la zona de estudio y que puedan ayudar con la mejora en la eficiencia de sus propios sistemas de tratamiento de agua residual por medio de los conocimientos desarrollados y basados en la literatura encontrada.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar el desempeño de los sistemas trampa de grasas de la comunidad de La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali-Colombia.

5.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones de operación, mantenimiento y funcionamiento de los sistemas trampa de grasas.
- Seleccionar participativamente con la comunidad las alternativas de mejoramiento.
- Proponer una guía de operación y mantenimiento que permitan el correcto funcionamiento de los sistemas.

6 MARCO CONCEPTUAL

6.1 Agua residual

El agua residual se define como aquella que ha presentado una alteración o contaminación de acuerdo con los diferentes usos, además, puede representar una combinación de diferentes focos de generación procedentes de residencias, instituciones públicas, establecimientos comerciales e industrias, incluso, pueden adicionarse aguas subterráneas, superficiales y pluviales (Metcalf y Eddy, 1995). Según lo anterior, es importante realizar un tratamiento previo al agua residual antes de ser reincorporada a los ecosistemas o en el momento que se piense realizar un reúso, además, al recuperar este recurso se pueden obtener varios elementos valiosos como agua limpia, producción de energía, algunos tipos de nutrientes, por otro lado, no solamente se debe tener en cuenta el beneficio ambiental y económico, sino la alta proporción de vertimientos de aguas residuales al medio ambiente sin un tratamiento adecuado alrededor del mundo (ONU-Hábitat y OMS, 2021).

6.2 Agua residual doméstica

Corresponde al agua que ha presentado una alteración ya sea física, química o biológica, debido al uso en actividades domésticas y posteriormente, son conducidas por redes de alcantarillo para su posterior tratamiento en plantas con tecnologías acopladas a este fluido (Vargas y turca, 2016). Por otra parte, se tiene que se pueden dividir según su procedencia, primero las denominadas en aguas domesticas grises como resultado del agua usada en la ducha, lavamanos, cocina y en la lavadora (Bridgewater y Bridgewater, 2009), por el contrario, las aguas domesticas negras provienen de inodoros y, por ende, su proporción de materia fecal es muy alto (Mendoza y Párraga, 2021).

6.3 Aceites y grasas

Las grasas y aceites son triglicéridos compuestos por ácidos grasos que se solidifican a temperatura ambiente y se denominan como grasa, en cambio, si su presentación es en forma líquida se le categoriza como aceite; estos compuestos al ser menos densos flotan sobre la superficie del agua generando una capa que impide la transferencia de oxígeno y en algunos casos, puede provocar mortalidad si recae en cuerpos de agua o en el suelo, además, genera múltiples afectaciones al ser ingeridas por seres vivos debido a la composición toxica de estas sustancias (Bravo et al, 2016). Por otro lado, estos compuestos pueden ser eliminados por medio de soluciones individuales o sistemas de tratamiento de aguas residuales, donde los comercios dedicados a la industria

alimentaria (restaurantes, comedores, entre otros) contribuyen significativamente al vertimiento de estos (Gallegos, 2018).

6.4 Trampa de grasas

Es un sistema que se conoce también como interceptores de grasa (Figura 1), son utilizados principalmente por los establecimientos con una elevada generación de grasas y aceites como la industria alimentaria, además, son de suma importancia debido a que ayudan en la eliminación de estos compuestos y previenen la obstrucción de tuberías de drenaje, incluso, reducen la carga contaminante a la red de alcantarillado para su posterior tratamiento (Rojas, 2000 citado por Gallegos, 2018). Estas unidades, pueden ser de distintos materiales (concreto, plásticos o metálicos) y permiten eliminar grasas y aceites debido a que flotan sobre la superficie del agua, además de residuos orgánicos (desperdicios de comidas) antes de que sean vertidos a la red de drenaje. Cabe resaltar que el excelente funcionamiento de estos sistemas está ligado con la correcta instalación, construcción y un apropiado mantenimiento (EPD, 2005 citado por Arellano y Sánchez, 2017)

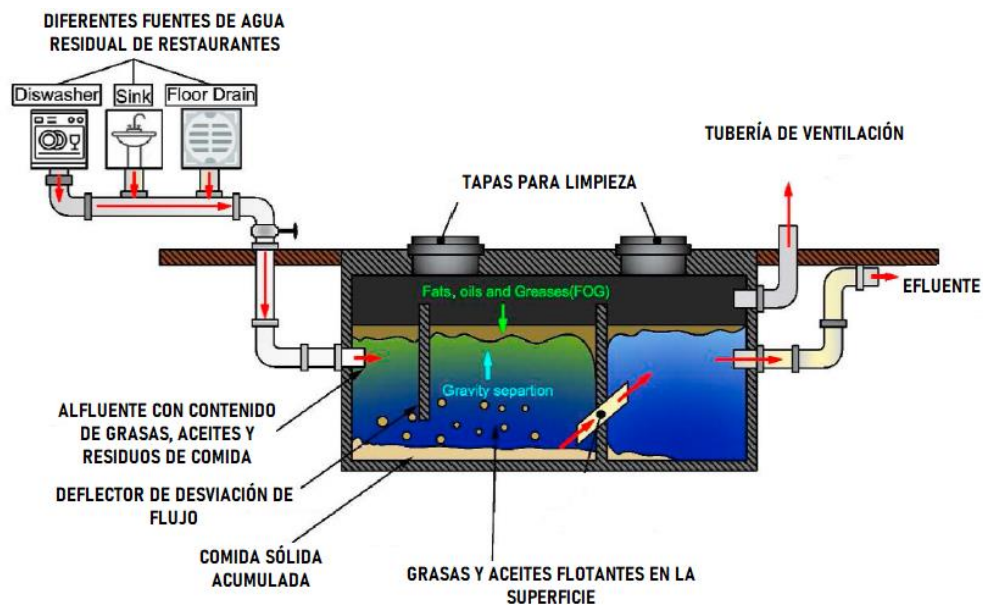


Figura 1. Esquema en vista en perfil de una trampa de grasa

Fuente: Adaptado de Ahmad et al. (2022)

6.5 Tanque séptico

Los tanques sépticos son utilizados comúnmente para el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión

al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía (OPS, 2005). Dichas estructuras son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y construidos para el saneamiento rural (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010); esta unidad recolecta el agua residual y le proporciona tratamiento primario mediante la separación de los sólidos presentes, de manera que, remueve los sólidos al retener el agua residual y permite la sedimentación en el fondo del tanque, mientras que los residuos flotantes (aceites y grasas) sobresalen a la superficie (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2000) formando una capa de espuma que puede llegar a endurecerse considerablemente (Figura 2).

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases, por otro lado, los lodos que ocupan la parte inferior del tanque séptico se compactan debido al peso del líquido y a los sólidos que soportan, por ello su volumen es mucho menor que el de los sólidos contenidos en las aguas servidas no tratadas que llegan al tanque (OPS, 2005).

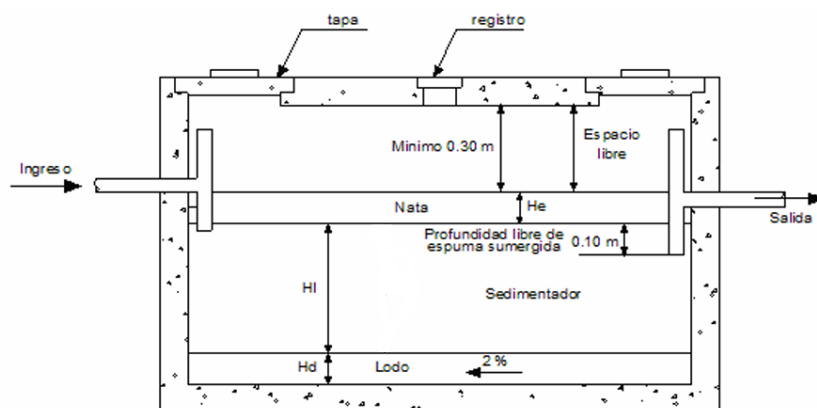


Figura 2. Esquema en vista en perfil de un tanque séptico

Fuente: Adaptado de OPS (2005)

6.6 Operación y mantenimiento

La operación se define como el conjunto de acciones externas que se ejecutan en las instalaciones o equipos, para conseguir el buen funcionamiento de un sistema (SENA, 2012), así, para ejercer una buena labor de operación es necesario tener en cuenta y disponer de lo siguiente:

- Normas y manuales de operación: estos dependen del sistema y tecnología que se esté operando.

- Registros de operación: es de primordial importancia disponer de registros de operación, a fin de poder tomar decisiones al respecto.

Por otro lado, según la misma entidad el mantenimiento hace referencia al conjunto de acciones internas que se ejecutan en las instalaciones o equipos, para la prevención de daños o para la reparación de estos, a fin de conseguir el buen funcionamiento de un sistema. Existen 3 tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo: involucra un conjunto de actividades encaminadas a la planificación y ejecución de las acciones de mantenimiento, antes de que se produzcan los daños.
- Mantenimiento correctivo: consiste en la operación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones y equipos.
- Mantenimiento predictivo: el cual está relacionado con la anticipación para la toma de decisiones sobre la vida útil de los equipos.

6.7 Participación Comunitaria

El término de comunidad se puede definir como un conjunto de personas, organizaciones sociales, servicios, instituciones y agrupaciones, todos estos actores viven en la zona geográfica y comparten la misma organización, además de valores e intereses básicos en un momento determinado (Proenza et al., 2010). Así, es posible adentrar en el concepto de participación comunitaria que según lo definido en la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud de Alma Ata en 1978 hace referencia al “proceso en virtud del cual los individuos y las familias asumen responsabilidades en cuanto a salud y bienestar propios y los de la colectividad, y mejoran la capacidad de contribuir a su propio desarrollo económico y comunitario” (Reiner et al., 2019).

De igual manera, según el autor anterior existen recomendaciones las cuales influyen en la comunidad para lograr su participación como: hacer un diagnóstico con la comunidad más no de la comunidad, utilizar un lenguaje popular para los diálogos de manera que sea entendible, identificar las estructuras que lideran el proceso o formar un equipo local, incorporar personas de la comunidad, designar promotores comunitarios y capacitarlos en la confección del autodiagnóstico, entre otros. Por ende, la participación comunitaria converge a ser una necesidad de transformar entornos mediante procesos organizados de toma de decisiones y de las relaciones

entre los profesionales técnicos en las áreas y los beneficiarios, que al final, deben resultar en el fortalecimiento de los procesos sociales y que de esto se deriven mejores condiciones de vida (López, 2008, citado por Amaya, 2018).

7 METODOLOGÍA

7.1 Zona de estudio

La Vorágine hace parte de las trece veredas del corregimiento de Pance, zona rural de Santiago de Cali, ubicada a una elevación de 1100 m.s.n.m y presenta una temperatura promedio de 24 °C. Se localiza en la zona superior del corregimiento (Figura 3) y en cercanía con el río Pance, limita al norte con las haciendas el Bosque, el Jordán y la Parcelación Chorro de Plata, al oriente con el Parque de la Salud y el Club del Departamento, al occidente con la localidad de San Francisco y al sur con la hacienda El Refugio y la localidad el Jardín (Peña, 2001, citados por Bustos, 2012).

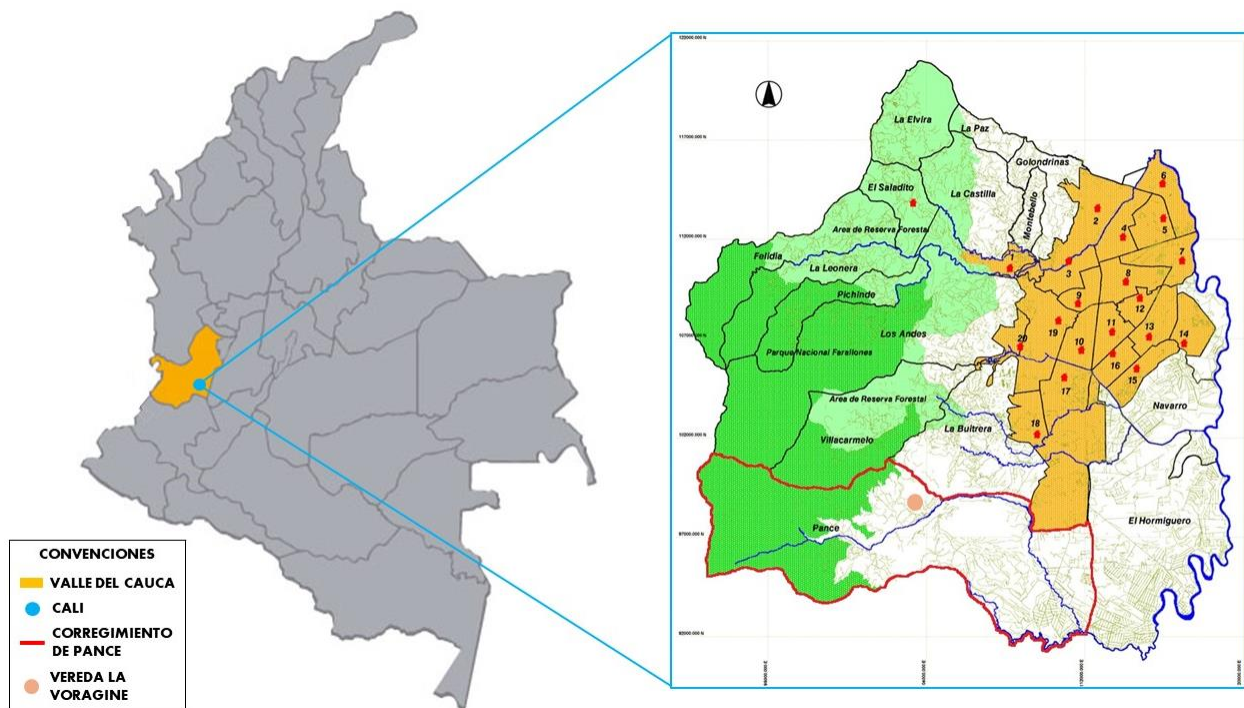


Figura 3. Ubicación de la Vorágine en Santiago de Cali

Adaptado de: Alcaldía de Santiago de Cali (2011) y R-TRACK (s.f.)

La Vorágine es considerada como la puerta de entrada y enlace “natural” entre la ciudad de Cali y el Parque Nacional Natural Farallones; se encuentra constituida como un pequeño caserío sobre la

margen derecha del Río Pance, cuenta con una extensión cercana a un kilómetro y medio, ubicada a 10 minutos en automóvil desde el sur de Cali (Puente, 2015).

La vereda por estar a orillas del río Pance y debido a sus embellecedores paisajes, le favorecen para ser visitada por cientos de personas, condición que ha generado que la actividad comercial asociada al turismo sea la principal actividad económica de la población.

Dentro de la localidad se aprecia que durante los días de semana algunos predios lucen como casas, sin embargo, al llegar el fin de semana son acondicionados como restaurantes, otros cuentan con servicios comerciales para bañistas que han perdurado durante varios años (Puente, 2015).

Dentro de la zona según información de la Asociación de Usuarios de Acueducto y Alcantarillado de la Localidad de La Vorágine (ASOVORÁGINE E.S.P), se cuenta con alrededor de 70 predios, ubicados en los alrededores del río Pance, además, se estima una población permanente de 450 personas y flotante de 5000 hasta 10000 o más visitantes.

7.2 Selección de los establecimientos

Acorde con la información de ASOVORÁGINE E.S.P., en la comunidad existen cuatro categorías de usuarios, estos son: estatal, residencial, comercial y turístico. Identificados los tipos de usuarios, posteriormente se realizaron visitas, donde el criterio para la selección de los establecimientos fue la existencia de trampa de grasa y que el usuario contara con disponibilidad para realizar las actividades demandadas en este trabajo.

Por otro lado, se explicó a los usuarios seleccionados los objetivos del proyecto y las fases de este, labor que se complementó con el apoyo de un instrumento (folleto informativo, Anexo 1). Las etapas definidas para el desarrollo del proyecto fueron: la primera que estuvo centrada en la selección de los establecimientos dispuestos a trabajar; la segunda, en la cual se realizaron visitas de seguimiento a las trampas de grasa y la recolección de material graso de las unidades; por último, la selección de alternativas para optimización del funcionamiento de los sistemas en complemento con la propuesta de guía de operación y mantenimiento.

Además, por medio de una encuesta realizada a través del aplicativo móvil Open Data Kit Collet (ODK), se recolectó información referente a la disponibilidad de los usuarios frente a la actividad de seguimiento, la accesibilidad a las trampas de grasa, tipo de actividad económica que realizan y frecuencia de mantenimiento para el sistema. Así mismo, se realizó la georreferenciación de cada

sistema. Finalmente, con la ayuda del software SIG ArcGIS Pro, se desarrolló un mapa para identificar la distribución de los establecimientos que cuentan actualmente con trampas de grasa en la comunidad de La Vorágine, distinguiéndolos de acuerdo con la categoría a la que pertenecen.

Con base en la disponibilidad, se estableció un acuerdo con cada usuario sobre el horario de las visitas, lo que permitió crear un cronograma de trabajo. Además, esto se apoyó mediante la entrega previa de un recordatorio según el día y la hora programados.

7.3 Etapa de seguimiento

7.3.1 Cuantificación de la producción de grasas

Para la cuantificación de grasas se planteó obtener un registro de la producción por usuario, realizando una visita semanal a cada uno, para un total de cuatro inspecciones, procurando realizar la visita el mismo día y hora, sin embargo, por contratiempos y diferentes ocupaciones de los usuarios participantes, algunos de los datos se tomaron en momentos o días diferentes. Las visitas se llevaron a cabo en horario de la mañana y en días estratégicos para comodidad en la actividad de extracción de grasas.

En lo que respecta a la recolección de las grasas, se empleó una nasa para el retiro de totalidad del material, buscando recolectar el menor contenido de agua. El material se depositó en bolsas plásticas de 40 cm x 65 cm y fueron posteriormente trasladadas al lecho de secado ubicado en los predios de la PTAR de La Vorágine, lugar donde se realizó el pesaje en masa húmeda, empleando una balanza digital (JCM) con margen de error de 2 g y límite máximo de pesaje 40 de kg.

El material fue izado en bolsas haciendo uso de fibra textil (cabuya) como se aprecia en la Figura 4, permaneciendo en esta condición por cuatro días buscando el secado de la grasa, para su posterior pesaje en condición de material seco.



Figura 4. Proceso de secado del material extraído de las trampas de grasas.

En el presente trabajo la cantidad de grasa generada durante los periodos establecidos es asumida bajo condiciones de un comportamiento homogéneo durante todo el año y cercano a la temporada muestreada. Debe resaltarse que se realizó un proceso de medición distinto para un usuario de categoría comercial, debido a la alta producción de grasa, ya que dado su volumen dificultaba el transporte del material. De esta forma, el proceso consistió en depositar la grasa extraída en un hueco en el suelo con dimensiones de 123 cm de largo y 44 cm de ancho; una vez depositada la grasa la altura alcanzada permitió conocer el volumen de material extraído. Transcurrida una semana se realizó nuevamente la medición de altura para conocer el volumen de material seco. Finalmente, se llevó a cabo el pesaje de un litro de grasa seca para obtener por medio de la Ecuación 1 la densidad.

$$d_{grasa} = \frac{m_T - m_{reci}}{V_{reci}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

d_{grasa} : densidad grasa seca $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

m_T : masa total obtenida (grasa y recipiente) $[kg]$

m_{reci} : masa del recipiente $[kg]$

V_{reci} : volumen del recipiente $[m^3]$

Para el cálculo de la producción de grasa y posterior análisis se formularon tres indicadores a través del cálculo de la tasa media (Ecuación 2), se hizo uso de dicha herramienta estadística ya que en este tipo de trabajos usar el promedio no se acomoda a la clase de datos recolectados, debido a que no hay extremos definidos y puede verse afectado por valores muy grandes (Matínez, 2012). La tasa se asocia a la rapidez con la que se observa una modificación en una unidad de tiempo respecto a otra variable, permitiendo conocer el cambio en los procesos dinámicos (Elandt, 1997).

El primer indicador se generó teniendo en cuenta la masa seca por categoría y los días funcionales transcurridos, siendo este el tiempo donde existe una generación de grasa. El segundo, se obtuvo teniendo en cuenta la masa del material seco en el periodo de acumulación y el número de almuerzos vendidos en el mismo intervalo de tiempo, esta cifra se recopiló con base en la información proporcionada por los usuarios. El último indicador siguió el mismo procedimiento anterior con la diferencia que se tuvo como parámetro el número de clientes atendidos en la venta de comida frita durante el periodo transcurrido.

Adicional, se obtuvo un indicador de producción de grasa generado en toda la comunidad, teniendo en cuenta la totalidad de los usuarios activos en La Vorágine.

$$T_{media} = \frac{\sum m_i}{\sum d_i} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

T_{media} : tasa media para la categoría $\left[\frac{kg}{día}\right]$

$\sum m_i$: masa total para la categoría (comercial, turístico o residencial) $[kg]$

$\sum d_i$: tiempo total transcurrido en la acumulación de grasas para la categoría (comercial, turístico o residencial) $[día]$

Por otro lado, se determinó el contenido de humedad de las grasas mediante la Ecuación 3 para cada uno de los usuarios teniendo en cuenta el pesaje de grasa una vez recolectada y el material seco. Los valores se promediaron para obtener un valor global para la comunidad de La Vorágine. Se hizo uso de la Ecuación 3 tomando como base lo mencionado por el Instituto Nacional de Metrología, (2021) para la determinación de humedad en base húmeda.

$$\%H = \frac{m_h - m_s}{m_h} \times 100$$

Ecuación 3

Donde:

$\%H$: porcentaje de humedad

m_h : masa de la grasa sin secar [kg]

m_s : masa de la grasa parcialmente seca [kg]

Con el fin de estimar la influencia que las trampas tienen sobre los tanques sépticos de la PTAR, según indicó el operario de ASOVORAGINE E.S.P, en dos años se pueden extraer aproximadamente 25 carretillas (buggys) de grasa, con un volumen aproximado de 85 litros cada uno. Basado en la experiencia del operario, la grasa recolectada se distribuye entre los tres tanques sépticos de la siguiente manera: los dos tanques más pequeños retienen cada uno 552,5 litros, mientras que el tanque séptico más grande, siendo el más reciente en su construcción, acumula alrededor de 1020 litros de grasa. Con base en lo anterior y por medio de la Ecuación 4, se calculó un porcentaje de retención de grasa de cada unidad de tratamiento que existe en la PTAR de La Vorágine, siendo esta una formula característica para encontrar la proporción entre un valor y el total (Posada, 2016).

$$\%T = \frac{V_i}{V_T} \times 100$$

Ecuación 4

Donde:

$\%T$: porcentaje de retención de grasas

V_i : volumen de grasas acumulado en cada tanque séptico [L]

V_T : volumen total retenido por los tanques sépticos [L]

Posteriormente, se calculó la masa equivalente al volumen retenido en los tanques sépticos, utilizando la densidad obtenida previamente con la Ecuación 1. Por último, se realizó una comparativa entre el total de grasas generadas por la comunidad de La Vorágine y la cantidad estimada que llega a las unidades de los tanques sépticos, con el fin de presentar una perspectiva del funcionamiento de las trampas de grasa en la zona de estudio.

7.3.2 Caracterización de las trampas de grasa

7.3.2.1 Evaluación de parámetros de diseño

Los parámetros de diseño utilizados para la evaluación de las trampas de grasa fueron los recomendados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2021) a través del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable rural (RAS) título J. Para cada uno de los sistemas se determinó ancho, largo, profundidad total y altura del nivel del agua, extensión vertical en la tubería de entrada y salida, presencia de accesorios (Tee o codo de 90°) y se verificó la diferencia de nivel en estos mismos puntos.

Se estableció un método el cual permitió definir el grado de funcionamiento de cada trampa de grasa, este se basó en establecer una matriz para realizar una evaluación considerando que los distintos parámetros de diseño no poseen la misma relevancia en el funcionamiento en una trampa de grasa. Por lo cual se asignó un porcentaje de 0 a 100 para cada parámetro, aclarando que porcentajes bajos representan una menor importancia y, de manera contraria, valores altos concluyen en mayor relevancia; aclarando que la suma total entre los valores asignados debe ser 100%.

Con el fin de evitar la subjetividad que podría generarse al realizar la asignación de valores, se optó por realizar una encuesta a 11 diferentes expertos en el tema, solicitando a los profesionales establecer el porcentaje de importancia de cada parámetro y agregar el valor recomendado teniendo en cuenta la experiencia en el tema; la información fue solicitada a través de la Tabla 1. Adicional en el Anexo 2 se encuentra el documento enviado a los expertos.

Tabla 1. Formato para la determinación de importancia de parámetros

CRITERIO	VALOR ASIGNADO [%]	VALOR RECOMENDADO DE CRITERIO
Tiempo de retención hidráulico		
Relación largo-ancho		
Profundidad mínima: Altura útil de la lámina de agua		
Accesorio de entrada		
Tubería de extensión en la entrada		
Accesorio de salida		
Tubería de extensión en la salida		
Borde libre		
Diferencia entre la entrada y la salida		
SUMA TOTAL	100 %	-

7.3.2.2 Redimensionamiento

Inicialmente, se calcularon los volúmenes de cada uno de los sistemas utilizando la dotación de agua sugerida por la Norma Técnica Colombiana 1500 (2004), que establece un valor de 4 L · alm/día para producción por almuerzo, con ello se procedió a determinar el caudal afluente de cada una de las trampas de grasa utilizando el dato de mayor número de almuerzos vendidos, el cual fue suministrado por cada usuario (Ecuación 5); este valor representa un caudal máximo generado en un día para el cuál el sistema trampa de grasa debe estar en capacidad de tratar. Seguidamente, se calculó el tiempo de retención hidráulico mediante la Ecuación 6.

Cabe mencionar que, para el usuario donde la producción de alimentos corresponde únicamente a la venta de comida frita, se optó por usar una dotación de agua correspondiente a 2 L/cliente · día.

$$Q = \text{dotación} \times \text{No. almuerzos ó clientes}$$

Ecuación 5

Donde:

Q: Caudal trampa de grasa $\left[\frac{L}{\text{día}}\right]$

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

Ecuación 6

Donde:

TRH: Tiempo de retención hidráulico [día]

V: Volumen trampa grasa [L]

Q: Caudal trampa de grasa $\left[\frac{L}{\text{día}}\right]$

Posteriormente se procedió a calcular el volumen ideal con el que debería contar cada trampa de grasa, despejando la variable de la Ecuación 6 y adoptando un TRH de 30 minutos, siendo este el tiempo recomendado por autores como Gallimore et al. (2011a); Aziz et al. (2012a); Metcalf y Eddy (1995), ya que escoger un valor mayor al descrito según Chu y Ng (2000), no infliere considerablemente en la eficiencia de remoción de grasa y aceite, influyendo directamente en un aumento innecesario del volumen. Por último, a partir de lo anterior se estimó el redimensionamiento de cada uno de los sistemas.

Se destaca que el cálculo del tiempo de retención hidráulico y por ende el volumen ideal está estimado únicamente para los usuarios comerciales y turísticos, debido a que, según lo mencionado anteriormente, la dotación de agua está determinada específicamente para la variable principal de número de almuerzos, siendo este un dato no relacionado a las actividades de los usuarios residenciales. Adicionalmente, según información brindada por entidades como la OPS, CEPIS y OMS (2003); ICONTEC (2023) y MAVDT (2010), mencionan que las trampas de grasa se vuelven sistemas innecesarios para las viviendas residenciales o que habiten menos de 5 personas.

7.3.3 Medición de parámetros de calidad de agua

De manera simultánea a la extracción de las grasas, durante cada visita se realizó la recolección de una muestra de agua proveniente de la trampa de grasa, estableciendo un punto dentro del sistema el cuál fuera fijo dentro de las cuatro mediciones por usuario y se encontrara lo más cercano posible

a la tubería de salida de la trampa con el fin de tener el mayor acercamiento a la calidad del agua que se descarga al sistema de alcantarillado y finalmente a la PTAR de la comunidad.

Se efectuaron pruebas de la demanda química de oxígeno (DQO) por medio del método estándar 5220D, donde se escogió un establecimiento por cada categoría teniendo como criterio el usuario más representativo referente a mayores ventas de productos alimenticios en lo que respecta a la categoría comercial y turístico, el criterio adoptado para el usuario residencial fue la facilidad del acceso a la trampa de grasa.

Por cada usuario se realizaron dos pruebas siendo estas al inicio y final del periodo de muestreo, con el fin de poder analizar la variabilidad de la materia orgánica frente al mantenimiento de las trampas de grasa más frecuente.

También se midieron para cada una de las muestras los parámetros fisicoquímicos: pH, temperatura, oxígeno disuelto, potencial de oxido-reducción y conductividad eléctrica, utilizando el medidor multiparámetro referencia HI 9829 de Hanna Instruments. Cabe resaltar que, la medición no fue posible in situ debido a inconvenientes para transportar el equipo. Los datos de parámetros fisicoquímicos del agua en conjunto con las cantidades material graso extraído de los sistemas, se registraron diariamente en la plantilla adjunta en el Anexo 3.

7.3.4 Caracterización de operación y mantenimiento

Con el fin de recolectar información que permitiera conocer cómo los usuarios operaban y realizaban el mantenimiento a sus sistemas, se elaboró y aplicó una encuesta a cada uno de los participantes a través del aplicativo mencionado en el ítem 7.2. *Selección de los establecimientos*. La encuesta se diseñó con 5 módulos distintos y las preguntas se acoplaron a las diferentes categorías, esta se encuentra en el Anexo 4.

El primer módulo permitió conocer el contexto general de las actividades dentro del establecimiento, el segundo y tercer módulo correspondieron a la identificación de las actividades de operación y mantenimiento respectivamente, el cuarto módulo contuvo preguntas sobre el manejo y disposición de las grasas extraídas del sistema y finalmente, el quinto módulo indagó sobre el conocimiento que los diferentes usuarios tienen acerca del impacto ambiental de la disposición de grasas y aceites.

Esta última sección se desarrolló a través de la implementación de la escala Likert, siendo este un instrumento psicométrico que permite al encuestado indicar su acuerdo o desacuerdo sobre una afirmación, ítem o reactivo, lo que se realiza a través de una escala ordenada y unidimensional (Bertram, 2008, citado por Matas, 2018). Esta escala se planteó como lo menciona Matas (2018), incluyendo un punto medio neutral, así como puntos de desacuerdo y de acuerdo, referenciando a opciones numéricas de 1 a 5, siendo: 1 totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Agregando a lo anterior, se realizó una encuesta al operario encargado de las actividades de operación y mantenimiento de la PTAR, la cual se dividió en tres módulos, el primero, hizo referencia a la identificación de las actividades que tiene asignadas a su cargo dentro de ASOVORÁGINE E.S.P., en el segundo módulo se indagó acerca de los sistemas de trampas de grasas de los usuarios y de su perspectiva teniendo en cuenta la experiencia con la que cuenta y finalmente, el tercer módulo permitió conocer el funcionamiento de los tanques sépticos del sistema de tratamiento de aguas residuales de la vereda; la encuesta a detalle se encuentra en el Anexo 5.

7.4 Selección de alternativas de mejoramiento

7.4.1 Taller con la comunidad

En primera instancia, el taller fue dirigido a la comunidad en general de La Vorágine, sin embargo, el grupo poblacional objetivo fueron los usuarios que contaban con trampas de grasas dentro de la vereda y que estuvieron participes de la actividad de caracterización de los sistemas y cuantificación de grasa producida.

Para llevar con éxito el taller, se desarrollaron diversas actividades de divulgación de la actividad para así poder contar con la presencia de las personas dentro del espacio destinado, entre ellas: carteleros en diferentes lugares que contaran con gran afluencia de personas a lo largo de la vereda (Figura 5), a la par, se imprimieron y entregaron recordatorios a los usuarios con los que se realizaron las actividades (Figura 6) y a través del operario se hizo la divulgación de la reunión y recordó a los usuarios días antes del evento.



Figura 5. Divulgación de taller

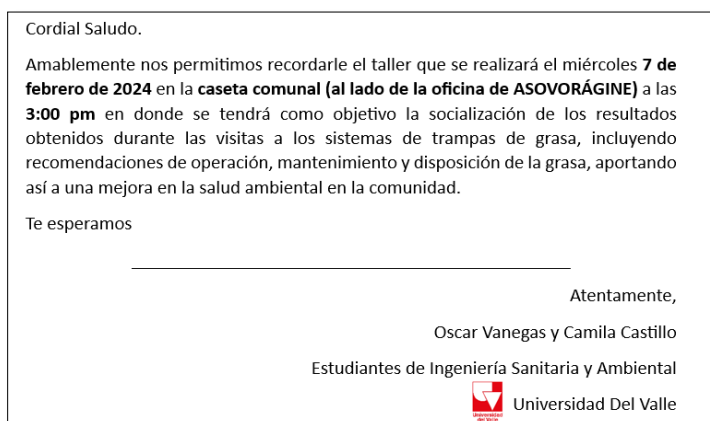


Figura 6. Recordatorio entregado a los usuarios

La presentación del taller tuvo cuatro ejes principales: el primero correspondió a una contextualización e información general sobre las trampas de grasa, el segundo denominado balance general, contuvo información obtenida a lo largo de las visitas y las observaciones para los diferentes sistemas, el tercero consistió en una serie de recomendaciones respecto a las mejoras de los sistemas y frente a las actividades adecuadas de operación y mantenimiento, por último, se presentaron las diferentes alternativas de disposición final las cuales se alinearon a las condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales del territorio; el taller presentado se encuentra en el Anexo 6.

Con esta actividad se involucró a la comunidad con el objetivo de promover un espacio de participación donde logran expresar sus opiniones e inquietudes frente a lo presentado. En función de lo anterior, se propusieron una serie de preguntas en el intermedio y final de la presentación (Tabla 2) que permitieron proporcionar un contexto del conocimiento de los usuarios.

Tabla 2. Preguntas realizadas para incentivar la participación de la comunidad

PREGUNTAS INTERMEDIAS	PREGUNTAS FINALES
¿Cuál es su opinión frente a los resultados obtenidos?	¿Cuál es su opinión frente a las recomendaciones de operación y mantenimiento?
¿Esperaba que se encontraran falencias en los sistemas?	¿Cree usted que la comunidad podría llegar a realizar un aprovechamiento total de la grasa? ¿Por qué?
¿Debería hacerse algo al respecto frente a los resultados obtenidos?	¿Cuál es su posición frente a la facilidad de implementación de dichas alternativas?
¿Qué actividades considera se le deben realizar a una trampa de grasa?	¿Qué opina sobre los diferentes métodos de disposición de grasa?

7.5 Guía de operación y mantenimiento para trampas de grasa

Se elaboró una guía de operación y mantenimiento para trampas de grasa enfocado en las condiciones específicas de la población en La Vorágine. El planteamiento de la guía tuvo como base la información recopilada en campo y la articulación con las actividades económicas y culturales de la poblacional; la guía se desarrolló como un elemento gráfico y comprensible para su uso. Así, el contenido del formato se dividió en los siguientes ítems:

- **Información inicial:** Se recopiló y anexó información acerca de las trampas de grasa que permitieran presentar a profundidad estos sistemas y su importancia.
- **Recomendaciones de operación:** Se enseñó información sobre las acciones idóneas que permiten la adecuada operación de las trampas de grasa.
- **Recomendaciones para el mantenimiento:** Se presentó la alternativa más apropiada frente al mantenimiento de los sistemas teniendo en cuenta los comentarios y opiniones de los asistentes al taller llevado a cabo anteriormente. Se incluyó la parte de disposición final de la grasa, exponiendo la opción seleccionada entre los usuarios.
- **Formato para el mantenimiento:** Se incorporó una plantilla en la cual los usuarios logren llevar un seguimiento a las fechas de mantenimiento. Esta herramienta puede ayudar

también a la empresa prestadora de servicios (ASOVORÁGINE E.S.P) para facilitar el control de esta actividad en los establecimientos.

8 RESULTADOS Y ANÁLISIS

8.1 Selección de los establecimientos

Según datos de la empresa ASOVORAGINE E.S.P, se cuenta con un total de 87 usuarios registrados. De estos, 71 están conectados al sistema de acueducto y alcantarillado, los 16 restantes únicamente cuentan con el servicio de alcantarillado, descargando finalmente a la PTAR de la comunidad. Sin embargo, en algunos casos para un solo establecimiento se presentan varios usuarios registrados debido al gran tamaño de los predios, por ello, la Tabla 3 muestra la distribución de usuarios registrados en ASOVORÁGINE E.S.P y el número total de usuarios para la cuantificación de grasa en toda la comunidad. En el análisis, se consideraron únicamente los establecimientos activos en las categorías de tipo turístico y comercial, por ello, se trabajaron con menos usuarios que los registrados. Adicional cabe aclarar que, algunos usuarios de tipo comercial se trasladaron a la categoría residencial debido a que se acoplaba más al tipo de actividad de negocios como tiendas, ferreterías, entre otros.

Tabla 3. Usuarios registrados y usuarios empleados para cuantificación de grasa

CATEGORÍA	No. USUARIOS REGISTRADOS	No. USUARIOS PARA CUANTIFICACIÓN DE GRASA
Turísticos	17	5
Comerciales	30	21
Residenciales	36	45
Estatales	4	0
Total	87	71

Durante las visitas preliminares realizadas en colaboración con el operario, se identificaron un total de 22 usuarios que cuentan con trampas de grasas en su establecimiento, algunos de ellos cuentan con dos o tres sistemas instalados por la magnitud del establecimiento. Sin embargo, debido a la disposición de las personas y a la accesibilidad al sistema, se excluyeron dos usuarios de la muestra. Por lo tanto, se trabajó con un total de 20 usuarios que tenían disponibilidad para ser incluidos dentro del trabajo: 14 comerciales, 3 turísticos y 3 residenciales, estos representan el 90% de los usuarios que cuentan con sistemas de trampas de grasa.

Con base en la información recopilada de georreferenciación de las diferentes trampas de grasa dentro de La Vorágine, se presenta la Figura 7, donde se encuentra la distribución espacial para los sistemas y su clasificación en las categorías correspondientes.

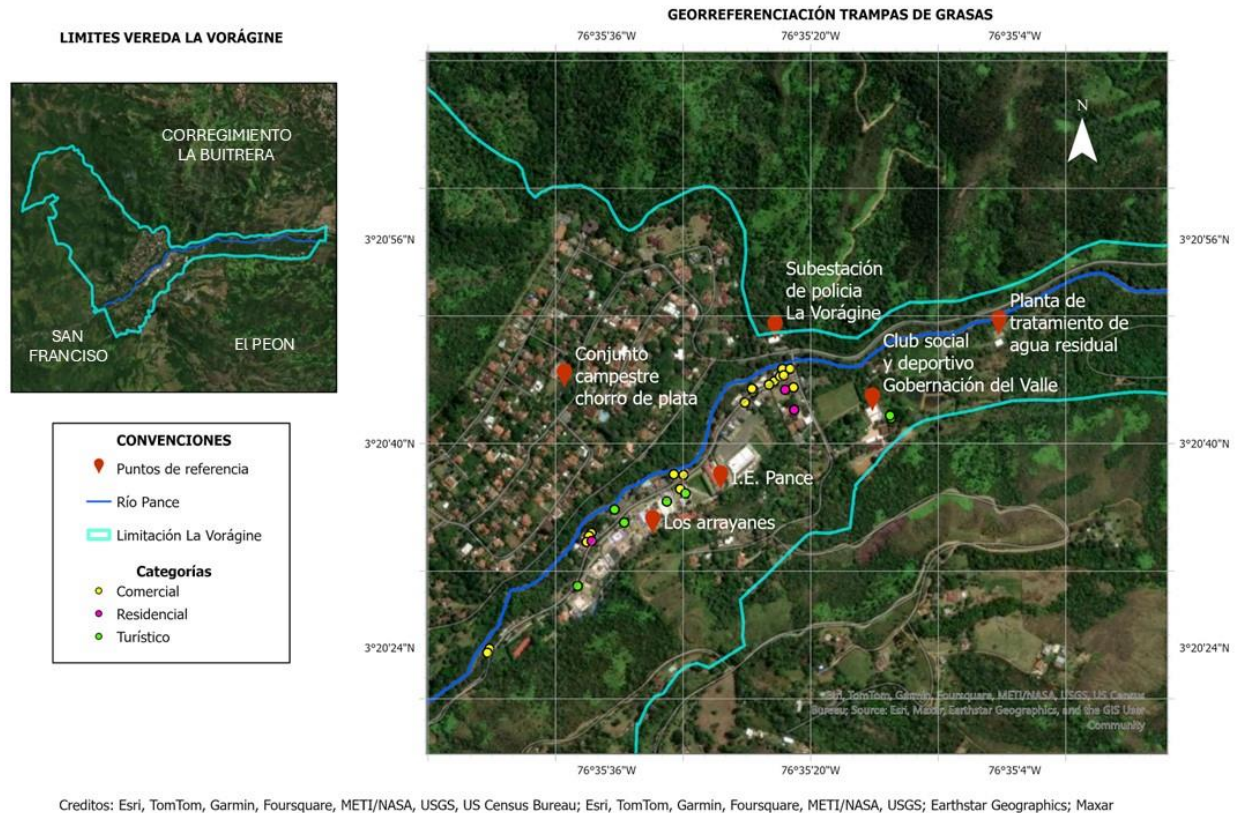


Figura 7. Georreferenciación de las trampas de grasa en La Vorágine

Fuente: Elaborado a partir de información de georreferenciación obtenida en campo

8.2 Etapa de seguimiento

8.2.1 Cuantificación de la producción de grasas

Para la cuantificación de producción de grasas y aceites, se recopilieron un total de 208 datos de pesaje de retención de grasa en los diferentes sistemas, estos se dividen en valores para la grasa húmeda y seca. El total de los usuarios trabajados corresponden a 26 trampas de grasas: 14 comerciales, 7 turísticos y 5 residenciales.

Se excluyeron 56 datos de 7 usuarios (4 comerciales, 2 residenciales y 1 turístico) debido a las condiciones de funcionamiento deficientes o casi nula de algunas trampas, donde no fue posible

recolectar algún residuo graso. Incluido el usuario con método de medición diferente, debido a que los valores obtenidos generaron una sobreestimación de la tasa media que puede confundir los resultados, lo anterior, como consecuencia de la imprecisión de la profundidad alcanzada por la grasa.

Por otra parte, la información permitió obtener diferentes indicadores para entender la dinámica de producción de grasas y aceites de la comunidad de La Vorágine, en primer lugar, se cuenta con estimados de generación de grasas seca para las diferentes categorías, lo anterior, se ilustra en la Figura 8, donde el resultado más alto se encuentra representado por la categoría turístico con 0,38 kg/día, valor que representa aproximadamente el doble de la categoría comercial con 0,21 kg/día.

Lo descrito anteriormente es debido a la mayor capacidad para recibir clientes que presentan los establecimientos turísticos, lo cual, se ve reflejado en el número de platos de comida vendidos, que, según la encuesta realizada a los respectivos usuarios, los establecimientos de tipo turístico pueden vender entre 500 a 1000 almuerzos en sus días laborales, mientras que los comerciales se encuentran por debajo de los 500 almuerzos. Por último, se encontró que los pobladores de tipo residencial realizan un aporte muy bajo en comparación a los demás, debido a las actividades cotidianas limitadas en la preparación de alimentos para las personas del hogar.

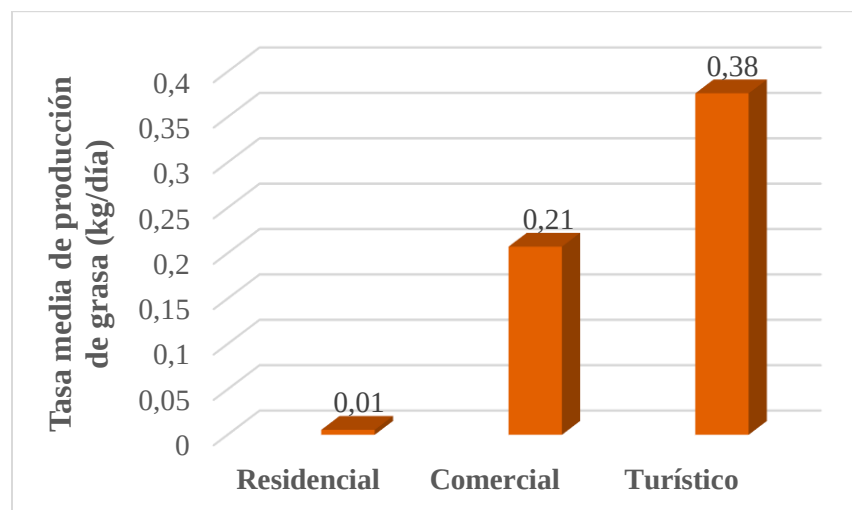


Figura 8. Producción promedio de grasas y aceites por categoría

De acuerdo con la Tabla 4, se encontró que el aporte más relevante en cantidad de grasas seca está representado por la categoría comercial con un 67%, esto se debe a que la tasa de producción se sitúa en un término intermedio en comparación con los datos restantes recopilados y cuenta con un

número considerable de establecimientos. En segundo lugar, se encuentran los usuarios de tipo turístico, contribuyendo con el 29% de la generación de la comunidad, a pesar de los pocos usuarios, se ve influenciado por la tasa más alta de generación. Por último, se ubica la categoría residencial, con la mayor cantidad de usuarios, pero una baja tasa de generación representando el 4% del total generado. Por ello, en algunos manuales se menciona que no es obligatorio diseñar trampas de grasa en viviendas (OPS y CEPIS, 2003).

Tabla 4. Estimación de producción de grasa para la comunidad de La Vorágine

USUARIO	CANTIDAD	PRODUCCIÓN DE GRASA [kg]			PORCENTAJE DE APOORTE [%]
		DIARIA	MENSUAL	ANUAL	
Comerciales	21	4,35	130,57	1566,87	67
Turísticos	5	1,88	56,43	677,13	29
Residenciales	45	0,25	7,36	88,27	4
Total	71	6,48	194,35	2332,26	100

Con la tasa de producción media y el número de establecimientos usados para cuantificación de grasa, se obtuvo el total producido, obteniendo que la comunidad de La Vorágine durante un año genera alrededor de 2332 kg de grasa, esto equivale a aproximadamente 2,58 m³ en volumen según la densidad de 905 kg/m³ obtenida para un usuario, la cual es similar a lo reportado en otro estudio con un valor de 950 kg/m³ (U. S. EPA, 2004 como se citó en Tang et al., 2024). Lo anterior, es suficiente para llenar 129 recipientes con capacidad de 20 litros cada uno. Por lo tanto, la zona de estudio genera una cantidad significativa de grasa que pueden llegar al sistema de alcantarillado, requiriendo de un pretratamiento como las trampas de grasa que logran la disminución de estos residuos en el sistema de desagüe. Por otra parte, es de resaltar que los valores obtenidos pueden presentar una variación tendiendo a valores mayores debido a las diferentes falencias de los sistemas como la falta de accesorios que permiten la retención de grasa, además de las condiciones asumidas inicialmente.

Con los datos recopilados de usuarios con actividades representativas en la generación de grasas, como aquellos dedicados a la venta de almuerzos y comida frita, se establecieron indicadores de referencia. Entre ellos, se tiene que en promedio la preparación de 66 almuerzos genera 1 kg de grasa seca. En contraste, solo se necesitan 19 clientes que adquieran productos fritos para producir la misma cantidad de grasa, esto sugiere que el proceso de preparación y venta de comida frita

tiende a generar más grasas debido al mayor uso de aceite, lo que a su vez resulta en una mayor acumulación de residuos grasos en los elementos utilizados para la cocción de este tipo de alimentos.

Adicionalmente, se determinó el contenido promedio de humedad que una muestra extraída de una trampa de grasa en la comunidad podría contener, obteniendo un valor de 28,62%, el cual es significativo debido a la cantidad de agua que se pudo extraer utilizando los materiales empleados, teniendo en cuenta el método de secado que ocasionó una ligera pérdida de grasa a través de los orificios, generando disminución en la masa húmeda. Esta información obtenida es relevante para las consideraciones que se tendrán más adelante en las alternativas de disposición final de las grasas, como la aplicación para compostaje.

Por otra parte, se realizó la evaluación de retención de los tanques sépticos para analizar la influencia de las trampas de grasas. Estos tanques se dividen en dos unidades de 125 m³ y una de 225 m³ (Bustos, 2012). En consecuencia, dos de los sistemas que cuentan con las mismas dimensiones retienen 26% cada uno, y el 48% restante lo hará la unidad de mayor magnitud, lo anterior, basado en lo reportado por el operario de ASOVORAGINE E.S.P.

Durante el período de agosto de 2022 al mismo mes del año 2023, la PTAR de La Vorágine recibió en promedio 1063 litros de grasa, lo que equivale a 962 kg de material seco. Esto representa un promedio mensual de 80,23 kg y 2,67 kg por día, asumiendo un comportamiento similar a lo largo del período transcurrido.

En la comunidad de La Vorágine, se estima que el 41% de la producción total de grasa llega a la PTAR, específicamente a las unidades de tanque séptico. Esta proporción se considera importante y es consecuente con el aumento del uso de aceites dentro de la comunidad, teniendo en cuenta que las trampas de grasa presentan múltiples falencias según indico el operario de ASOVORAGINE E.S.P. Villa (2023) en la encuesta realizada.

La cantidad de grasa que entra al tanque séptico es perjudicial debido a la reducción de eficiencia en los procesos de tratamiento. Si la grasa y los jabones no son retenidos en las trampas de grasa, llegando al tanque séptico y por ende al filtro anaerobio de la PTAR de la comunidad, interfieren en la descomposición biológica, además, puede llevar al colapso prematuro de las unidades de tanque séptico debido a la alta acumulación de grasas (MVCT, 2021).

8.2.2 Caracterización de las trampas de grasa

8.2.2.1 Evaluación de parámetros de diseño

Inicialmente, se debe mencionar que se lograron obtener 4 respuestas por parte de los expertos encuestados las cuales se compilan en la Tabla 5, esta tabla contiene el valor promedio calculado a cada parámetro y los valores recomendados por los profesionales.

Tabla 5. Respuestas de expertos

EXPERTOS PARÁMETROS	PORCENTAJES ASIGNADOS				PROMEDIO	VALORES RECOMENDADOS
	1	2	3	4		
Tiempo de retención hidráulico [min]	20	10	15	25	17	4 2,5 3 a 5 5
Relación largo-ancho	10	15	2	10	8	3:2 1:1 a 3:1 2:1 1:1 a 3:1
Profundidad mínima [m]	10	10	3	20	11	1 0,35 0,4 0,35
Accesorio de entrada	10	15	5	5	8	Codo 90° Tee o codo 90° Tee Codo 90°
Extensión de la entrada [m]	10	10	5	10	9	0,2 0,15 0,10 0,10
Accesorio de salida	10	10	5	5	9	Tee Tee o codo 90° Tee Tee
Extensión de la salida [m]	10	10	50	10	20	0,15 0,15 0,15 0,15
Borde libre [m]	8	5	5	5	6	0,3 0,3 0,3 Dependiente cota terreno
Diferencia entre la entrada y la salida [m]	12	15	10	10	12	0,5 0,5 0,5 0,7

Por otro lado, el valor adoptado como criterio para la evaluación por cada parámetro fue el que contó con mayor repetición de respuesta entre los 4 profesionales (Tabla 6). No obstante, se asignó una subdivisión de porcentaje diferente a los siguientes parámetros, estos poseen diferentes opciones de evaluación que infieren en la funcionalidad de la trampa de grasa y por ende modifican el porcentaje a asignar:

- **Tiempo de retención hidráulico:** La respuesta en común de los expertos radica en un tiempo de hasta 5 minutos para las trampas de grasa por ende a esta subdivisión se le asigna el valor máximo de 17. No obstante, según los autores Aziz et al. (2012); Gallimore et al. (2011) y Metcalf y Eddy (1995), este valor resulta ser bajo para el diseño de estos sistemas mencionando que el tiempo óptimo es 30 minutos, por ende se escogió un valor de 9 para el rango de 6 a 30 minutos, teniendo en cuenta la importancia de la información encontrada en literatura. Para la última subdivisión (tiempos mayores a 30 minutos) se le atribuye un valor de 5, debido a que no infiere significativamente en la funcionalidad de la trampa de grasa, sin embargo, tener tiempos mayores provoca un aumento innecesario en el volumen del sistema.
- **Extensión de la entrada:** El valor común entre los expertos para este criterio es de 0,1 m por lo cual tiene asignado el máximo valor de 9. A pesar de ello, una longitud menor a 0,1 m en la extensión de la entrada no necesariamente invalida su utilidad, no obstante puede ocurrir una disminución parcial de la funcionalidad del accesorio; por consiguiente, se establece un valor de 5 para compensar esta reducción en el rendimiento.
- **Accesorio de salida:** Los expertos priorizan tener una Tee por ende se califica con el valor de 9, sin embargo, las trampas de grasa que presentan un codo de 90° pueden operar con funcionalidad similar, no obstante, se logra tener un mayor control de las obstrucciones que se puedan presentar en este punto mediante un accesorio Tee. Así, se añade un valor de 6 a las trampas con codo de 90° en la salida.

Tabla 6. Criterios escogidos para evaluación

PARÁMETRO	VALOR ESCOGIDO PARA EVALUACIÓN	PORCENTAJE ASIGNADO A PARÁMETRO
Tiempo de retención hidráulico	0-5 min	17
	6-30 min	9
	más 30 min	5
Relación largo-ancho	Desde 1:1 a 3:1	8
Profundidad mínima	Mayor a 0,35 m	11
Accesorio de entrada	Codo 90 ° o Tee	8
Extensión de la entrada	Mayor o igual a 0,1 m	9
	Menor a 0,1 m	5
Accesorio de salida	Tee	9
	Codo 90°	6
Extensión de la salida	Mayor o igual a 0,15 m	20
Borde libre	0,3 m	6
Diferencia entre la entrada y la salida	Mayor o igual a 0,05 m	12

De esta manera, al sumar los porcentajes individuales de cada trampa de grasa se obtiene finalmente un valor total de calificación, el cual según la Tabla 7, se clasifica como funcionamiento bajo, regular o bueno. Se debe destacar qué, se diferenciaron los puntajes de evaluación para la categoría residencial de los comerciales y turísticos, debido a que en esta fue no posible contar con un cálculo del tiempo de retención hidráulico (ítem 7.3.2 *Caracterización de las trampas de grasa*) y por ende, los valores mínimos y máximo a alcanzar varían.

Tabla 7. Puntajes de evaluación del funcionamiento

CATEGORÍA	PUNTAJE DE EVALUACIÓN		
	BAJO	REGULAR	BUENO
COMERCIAL Y TURÍSTICO	5-36	37-68	69-100
RESIDENCIAL	0-27	28-55	56-83

Por lo tanto, la Figura 9 ilustra los resultados de la evaluación, 23 de 26 sistemas evaluados se encuentran entre las calificaciones de funcionamiento bajo y regular. Destacando que 19 dentro de esta clasificación hacen parte de usuarios comerciales y turísticos; teniendo en cuenta la alta producción de grasa que tiene estos establecimientos deberían contar con mejores condiciones para un funcionamiento adecuado de las trampas de grasa. Adicionalmente, la información presentada es posible relacionarla con lo descrito en el ítem 8.2.1 *cuantificación de grasa*, donde los mayores productores de grasas son los usuarios comerciales y turísticos y sumado a las deficiencias de diseño encontradas, fortalece la situación de presencia de este material graso en la PTAR, lo que provoca una acumulación en los tanques sépticos.

Finalmente, se realizó y entregó un informe dirigido hacia ASOVORÁGINE E.S.P, el cual contiene la información precisa de las falencias de diseño encontradas de cada una de las trampas, este se encuentra en el Anexo 7.

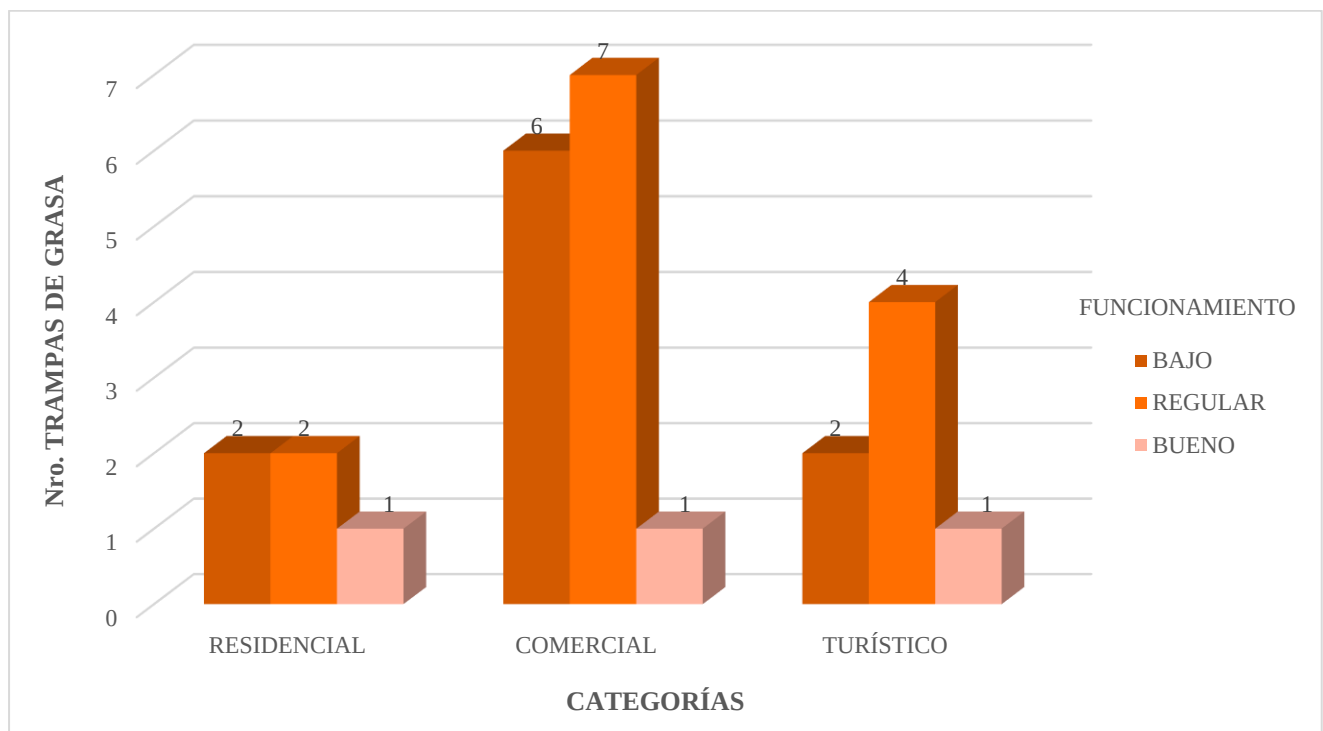


Figura 9. Resultado evaluación de parámetros de diseño

8.2.2.2 Redimensionamiento

Inicialmente, se debe mencionar que se presentaron usuarios con más de una trampa de grasa, con configuraciones particulares para los sistemas, por lo cual se opta por las consideraciones contenidas en la Tabla 8 para el redimensionamiento.

Tabla 8. Usuarios con más de una trampa de grasa.

USUARIO	NÚMERO DE TRAMPAS DE GRASA	CONEXIÓN DENTRO DEL ESTABLECIMIENTO	CAUDAL AFLUENTE
Comercial	3	Dos funcionan en paralelo y la tercera recibe el caudal total.	Las trampas individuales reciben $\frac{1}{2}$ del caudal cada una y en la tercera afluye la totalidad del caudal.
Turístico	4	Independientes entre sí, una en cada cocina.	Se tomó en cuenta la cuarta parte del caudal total generado en cada una.
Turístico	2	Operan en serie	El caudal de diseño corresponde al total generado para cada trampa de grasa.

La Tabla 9 y 10 contiene los volúmenes respectivos a cada trampa grasa en las diferentes categorías. A través de las encuestas se recolectó información de la categoría residencial sobre la permanencia de los habitantes y frecuencia de preparación de alimentos en cada una de las viviendas (Tabla 10), dando como resultado que ninguna de ellas cuenta con más de cinco personas permanentes y se cuenta con una baja actividad de preparación de alimentos.

En cuatro de las cinco viviendas evaluadas no cocinan más de dos veces en el día, por ello, se encuentra una relación con lo descrito en el ítem 8.2.1 *cuantificación de grasa* donde la producción no es significativa frente a lo generado por las otras categorías. Por ende, las trampas de grasa se vuelven sistemas innecesarios para esta categoría, lo cual está en concordancia en lo descrito por OPS, CEPIS y OMS (2003); ICONTEC (2023) y MAVDT (2010) y en consecuencia no se presenta un cálculo de volumen ideal.

Sin embargo, los volúmenes de estos sistemas son considerablemente grandes, contemplando incluso valores similares a la categoría comercial y turística (Tabla 10), que son usuarios de mayor producción de grasas. Este hecho podría estar asociado a la carencia de criterios de diseño apropiados para la implementación de las trampas de grasa según indicó el operario de ASOVORÁGINE E.S.P Villa (2023) en la entrevista realizada. Finalmente, para las trampas

existentes para usuarios residenciales se recomienda que incorporen los accesorios pertinentes faltantes como Tees y/o extensiones de manera que se optimice el funcionamiento de los sistemas.

Tabla 9. Volumen trampa de grasa usuarios residenciales

CATEGORÍA	USUARIO	PROFUNDIDAD	ANCHO	LARGO	VOLUMEN	No. RESIDENTES DE LA VIVIENDA	VECES QUE COCINA AL DÍA
		[cm]	[cm]	[cm]	[L]		
Residencial	A	27,5	52	58	83	1 a 2	1 a 2
	B	41	44	72	130	3 a 4	
	C	51,5	50	51	131	3 a 4	
	D	59	50	51	150	1 a 2	
	H	44,5	61	71	193	3 a 4	3

Respecto a la categoría comercial y turística (Tabla 10), para la recomendación del TRH ideal de máximo 30 minutos ninguno de los usuarios cumple con dicho parámetro de diseño encontrando valores mínimos de 6 horas y máximo de 4 días, lo anterior debido a que las trampas cuentan con grandes volúmenes de diseño y caudales comparativamente pequeños frente a lo que en realidad los establecimientos pueden estar realmente produciendo.

Posteriormente, al calcular el volumen ideal de los sistemas, se determinó que estos resultan inviables desde el punto de vista constructivo, con resultados que varían desde 1,3 L hasta 6,7 L. Estos volúmenes encontrados son variables dependientes del caudal asignado, basados a su vez de los datos de número de almuerzos elaborados acorde con la información proporcionada por cada usuario. No obstante, dentro de las visitas de campo se apreció que dicha información suministrada tendería a ser más alta.

Tabla 10. Volumen trampa de grasa usuarios comerciales y turísticos

CATEGORÍA	USUARIO	PROFUNDIDAD	ANCHO	LARGO	VOLUMEN	ALMUERZOS o CLIENTES	CAUDAL	TRH ESTIMADO	VOLUMEN IDEAL
		[cm]	[cm]	[cm]	[L]	[alm-clie/día]	[L/día]	[día]	[L]
Comercial	E	38,5	60	60,5	140	20	80,00	1,75	1,7
	F	53,5	49	50	131	27	106,67	1,23	2,2
	G	83	75,5	78	489	33	130,00	3,76	2,7
	I	23	46	48	51	26	104,00	0,49	2,2
	K	45	40	30	54	30	120,00	0,45	2,5
	L	30,5	43	50	66	15	60,00	1,09	1,3
		24	37	41	36	15	60,00	1,09	1,3
		48	100	103	494	30	120,00	4,12	2,5
	M	45	70	70	221	25	100,00	2,21	2,1
	N	31	52	52	84	80	320,00	0,26	6,7
	O	35	47	48	79	16	62,61	1,26	1,3
	P	70	82,5	84	485	30	120,00	4,04	2,5
Turístico	Q	57	48,5	52,5	145	70	280,00	0,52	5,8
	R	61,5	91,5	96	540	51	205,71	2,63	4,3
	S	13	70	69	63	21	85,71	0,73	1,8
		35	52	52	95	21	85,71	1,10	1,8
		23	38	135	118	21	85,71	1,38	1,8
		5	48	71,5	17	21	85,71	0,20	1,8
	T	80	101	112	905	80	320,00	2,83	6,7
		77	93	127	909	80	320,00	2,83	6,7
	U	27,5	51,5	52	74	21	85,33	0,86	1,8

Por ende, para poder estimar un volumen adecuado se acudió a la revisión de catálogos de empresas encargadas de la producción de trampas de grasa prefabricadas. Dentro de la búsqueda se encontraron ofertas del mercado en Colombia de trampas de grasa de donde se escogió la empresa Coflex, la cual resultó ser el proveedor con más información y variedad de sistemas (Tabla 11). La Figura 10 contiene las dimensiones de cada modelo especificado.

Tabla 11. Catálogo trampas de grasa empresa Coflex

MODELO	CAUDAL MÁXIMO	VOLUMEN	CAPACIDAD GRASA	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN	DÍAMETRO DE CONEXIÓN	PESO DEL PRODUCTO
	[GPM]	[L]	[kg]	[°C]	[pulg]	[kg]
GT-007	7	49,06	6,25	104	2	7,17
GT-010	10	49,06	9,07			7,17
GT-015	15	81,8	13,6			10,4
GT-020	20	81,8	18,14			10,4
GT-125	25	71,54	22,68			15,58
GT-035	35	149,1	31,75		4	20,4
GT-050	50	197	45,4			27,2

Fuente: Adaptado de Coflex (s.f)

Dimensiones cm

Modelo	A	B	C	D	E
GT-007	37	44.4	8.9	32.5	41.4
GT-010	37	44.4	8.9	32.5	41.4
GT-015	60	44.4	8.9	32.5	41.4
GT-020	60	44.4	8.9	32.5	41.4
GT-125	78.7	59.7	10.2	17.8	27.9
GT-035	78.7	59.7	12.7	31.8	44.4
GT-050	78.7	59.7	12.7	46.9	59.6

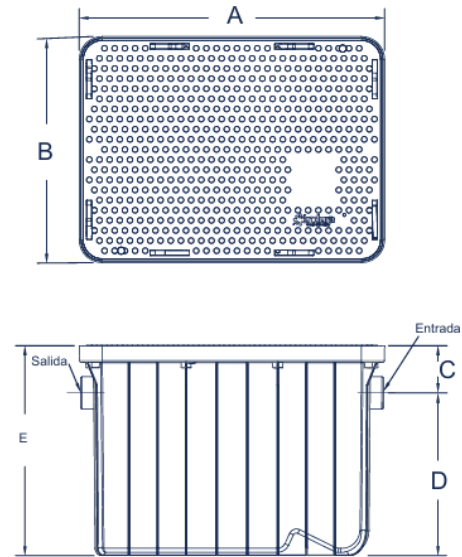


Figura 10. Dimensiones de cada modelo de trampa de grasa Coflex

Fuente: Coflex (s.f)

La selección de la trampa de grasa prediseñada para cada usuario se realizó escogiendo el volumen más cercano al ideal calculado (Tabla 12), en este caso el modelo GT-007 con un volumen aproximado de 50 L se acopló a todos los usuarios. Posteriormente se llevó a cabo nuevamente el cálculo del TRH, encontrando disminuciones importantes de más del 40% en este parámetro para alrededor del 70% de los usuarios. Disminuir los tiempos de retención permiten mejorar las condiciones de operación, permitiendo que el agua residual afluyente permanezca un menor lapso en el sistema, resultando en menor proliferación de olores y disminuyendo la sedimentación de residuos de comida.

Los resultados recalcan el sobredimensionamiento que presentan estos sistemas actualmente, debido a los grandes volúmenes que inciden directamente en altos valores del TRH. De los resultados se resalta lo siguiente:

- Una de las trampas del usuario S cuenta con una profundidad de 5 cm, lo que no permite una retención adecuada del material graso. Al establecer un sistema prediseñado con profundidad mayor y adecuada, el volumen se ve afectado, por ende, el énfasis de mejora que tuvo esta trampa fue en el aumento de la profundidad que incide en un aumento del TRH y por ello se denota una disminución del 0%.

- El usuario I presenta una reducción del 3% debido a que el volumen se reduce únicamente 1 L, no obstante, es recomendado rediseñar la trampa debido a la carencia de criterios de diseño clave, como profundidad mínima, ubicación adecuada de tubería afluente y efluente, además se notó un deterioro crítico en las paredes de la unidad.
- Para el usuario K se notó que la reducción no es significativa para realizar un cambio, sin embargo, se sugiere específicamente añadir las extensiones en la tubería de entrada y salida optimizando la operación de la trampa.

Tabla 12. Resultados de disminución del TRH al nuevo prediseño

CATEGORÍA	USUARIO	SISTEMA ADOPTADO	VOLUMEN	TRH	DISMINUCIÓN DEL TRH ESTIMADO
			[L]	[día]	[%]
Comercial	E	GT-007	49,06	0,61	65
	F			0,46	63
	G			0,38	90
	I			0,47	3
	K			0,41	9
	L			0,41	63
	M			0,49	78
	N			0,15	41
	O			0,78	38
	P			0,41	90
	Q			0,18	66
	R			0,24	91
Turístico	S			0,57	22
				0,57	48
				0,57	58
				0,57	0
	T			0,15	95
				0,15	95
	U			0,57	33

Por otro lado, por medio de la tasa de producción media de cada usuario determinada en el ítem 8.2.1 *Cuantificación de grasa*, permitió estimar el tiempo máximo de acumulación de grasa en el sistema (Tabla 13). Para los usuarios que no fue posible determinar este dato se usó el promedio por categoría calculado.

Estos resultados indican que las trampas de grasa proporcionan periodos prolongados de acumulación, lo cual sugiere que dicho periodo se convierte en el tiempo crítico en donde el sistema presenta buena retención de material graso. Sin embargo, no implica que este corresponda al intervalo de tiempo para mantenimiento que los usuarios deban tomar.

Tabla 13. Tiempo estimado de almacenamiento de grasa

CATEGORÍA	USUARIO	TASA MEDIA DE PRODUCCIÓN	ALMACENAMIENTO MÁX. TRAMPA DE GRASA	TIEMPO MÁX. DE ACUMULACIÓN
		[kg/día]	[kg]	[día]
Comercial	E	0,07	6,25	95
	F	0,10		60
	G	0,18		34
	I	0,21		30
	K	0,07		85
	L	0,21		30
	M	0,18		35
	N	0,52		12
	O	0,50		12
	P	0,21		30
	Q	0,18		36
	R	0,21		30
Turístico	S	0,38	17	
			17	
			17	
			17	
	T	0,38	17	
	U	0,37	17	

8.2.3 Medición de parámetros de calidad de agua

A partir de los análisis realizados para el agua residual de las trampas de grasa se encontraron los siguientes resultados.

8.2.3.1 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Figura 11 contiene los resultados obtenidos frente a la demanda química de oxígeno, las columnas indican el valor obtenido tanto de la muestra inicial como final a la etapa de seguimiento de las tres categorías. Se observa una tendencia de disminución de la concentración en la muestra final, lo cual puede estar relacionado con el aumento en la frecuencia de extracción de grasa al menos una vez por semana, en donde la acumulación de materia orgánica disminuye de manera importante en el sistema, así como del efluente dirigido hacia la PTAR, lo anterior concuerda con lo reportado por Ortega (2018), citado por Tuesta, (2020) donde menciona que existe una relación entre la capacidad de eliminación de DQO en la trampa de grasa y el intervalo de días en que se realiza el mantenimiento, de manera que a mayor acumulación de grasa, mayores concentraciones de DQO se presentan.

Se resalta que el usuario elegido para la categoría turístico cuenta con cuatro diferentes trampas de grasa conectadas a cuatro cocinas respectivamente, a lo cual se optó por analizar dos tipos de muestra, puntual y compuesta, con el fin de verificar la existencia de alguna variabilidad entre los sistemas. Se encontró que la muestra puntual-inicial presenta el mayor valor, pudiéndose relacionar con el uso permanente de la cocina a la cual está conectada, las demás se ponen en funcionamiento principalmente fines de semana cuando existe un flujo de personas más alto en el establecimiento. De la misma manera, se observa que el muestreo compuesto (Figura 11), no sigue la tendencia descrita anteriormente (análisis inicial de DQO mayor al final), lo cual podría estar relacionado a que alguna de las tres trampas de grasa adicionales haya tenido mayor concentración, generando un valor más alto en el análisis final.

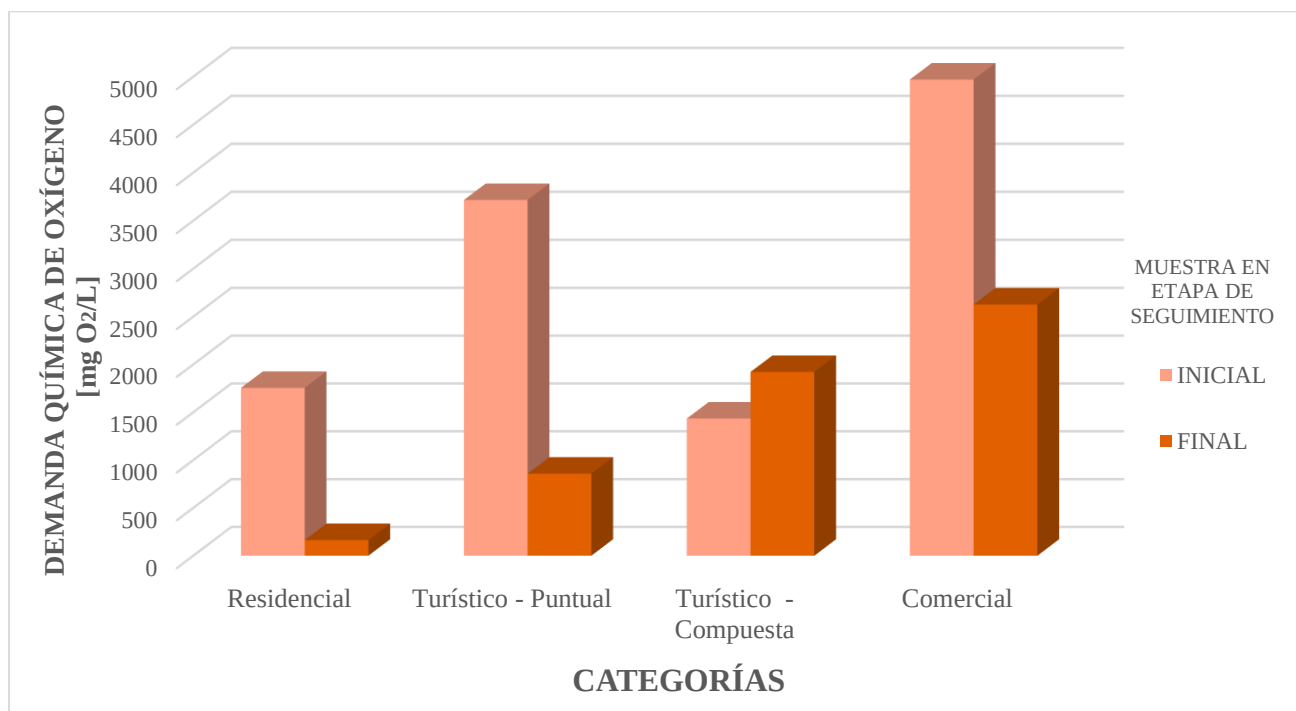


Figura 11. Resultados de DQO por categoría

Seis de las ocho muestras analizadas sobrepasaron el valor de $1000 \frac{mg\ DQO}{L}$ clasificando el agua residual proveniente de trampa de grasa como fuerte o alta según la categorización de los autores mencionados en la Tabla 14. Debe mencionarse que dicha categorización está referida para agua residual doméstica, que contiene aportantes adicionales de materia orgánica e inorgánica como materia fecal y mayor cantidad de detergentes, que tenderían a presentar un mayor valor de DQO

para el agua residual, así para el agua evaluada, se evidencian valores considerablemente superiores y se asocia a la alta acumulación de grasas y aceites que contribuyen a aumentar la concentración.

Tabla 14. Clasificación agua residual.

CONCENTRACIÓN ($\frac{mg}{L}$)	CLASIFICACIÓN	AUTOR
1200	Alta	López et al. (2017)
750	Media	
500	Baja	
1000	Fuerte	Metcalf y Eddy (1995); Ministerio del Medio Ambiente (2002)
500	Media	
250	Débil	

Por otra parte, dentro de la búsqueda de literatura se han encontrado numerosos estudios que determinan el valor de la DQO para el agua residual de las trampas de grasa. Es de vital importancia reconocer que los valores varían en función de diferentes factores, como las diferentes culturas alimenticias y culinarias, diferencia en los procesos de limpieza (Gurd et al., 2019), frecuencia de consumos, clases de jabones y/o detergentes usados para lavar los utensilios, tipo de dispositivos de agua conectados al sistema, entre otros. No obstante, se encontraron valores de este parámetro en el agua residual gris de restaurantes con concentraciones en el punto de muestra del efluente de aproximadamente 2109 mg/L (Chinchilla, 2015), 3125 mg/L y máximos de 4500 mg/L (Tang et al., 2024), 4400 mg/L y máximos de hasta 9000 mg/L (Ahmad et al., 2023), en donde, los datos promedio anteriores se encuentran circundantes a los análisis iniciales de la categoría comercial y turística; con estos resultados se resaltar qué, estas altas concentraciones de DQO pueden tener efectos perjudiciales en el ambiente (Almadani, 2023).

8.2.3.2 Temperatura

Los resultados encontrados para la temperatura se ilustran en la Figura 12, oscilan entre 23,5 y 30,2 °C, presentando valores de mediana muy similares para las categorías, sin embargo, estos resultados no se acercan a la temperatura dentro de las trampas de grasa. Esto se debe a que según menciona MVCT (2021), este es un parámetro que debe medirse in situ y durante el trabajo de campo no fue posible realizarlo, además, durante el tiempo transcurrido de recolección y medición, el agua pudo lograr un equilibrio con la temperatura ambiental, que para los meses de julio a

septiembre del año 2023 se encontraba alrededor de los 35 °C en horas críticas para la ciudad de Cali (Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca, 2024).

Por otra parte, aunque los resultados no representan con exactitud la temperatura del agua en las trampas de grasas, donde se esperaban cifras más bajas debido a la medición realizada primeras horas de la mañana y la baja actividad de los establecimientos en ese momento. La información es de referencia para el análisis de los demás parámetros, ya que los datos de temperatura se registraron en simultáneo con ellos.

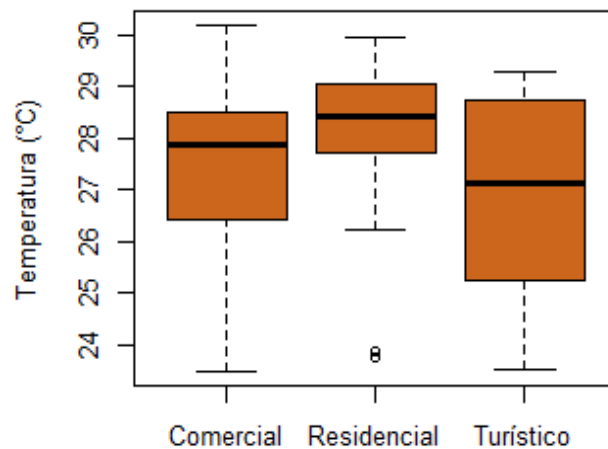


Figura 12. Valores de temperatura para las diferentes categorías

8.2.3.3 Oxígeno disuelto

Los datos recopilados para el parámetro de oxígeno disuelto presentaron una imprecisión notable. Alrededor del 63 % de estos datos exhibieron valores elevados de oxígeno disuelto para sistemas de trampas de grasa, superando los 2 mg/L, por lo tanto, se optó por no emplear estos datos como resultados para este trabajo, ya que, diferentes autores reportan valores de oxígeno disuelto por debajo de 0,5 mg/L para sistemas trampas de grasa (Aziz et al., 2012), otros autores como (Livingston et al., 2007) reportan rangos de 0,09 a 0,9 mg/L.

Los valores bajos de oxígeno disuelto en sistemas de trampas de grasa generalmente se atribuyen a diversos factores, por un lado, se ha observado que los detergentes o jabones empleados en la limpieza de utensilios de cocina contienen nitrógeno y fósforo (Porrás y Silva, 2022), elementos que contribuyen a la disminución de la concentración de oxígeno en el agua (Arheimer y Wittgren, 2002), relacionado al crecimiento de microorganismos que consumen estos nutrientes. Además, es

importante tener en cuenta que la temperatura del agua ha experimentado un incremento con respecto la temperatura ambiental, lo que según Keinke y Henry (1999 como se citó en Manrique, 2017) podría haber ocasionado una reducción en el nivel de oxígeno disuelto, generando condiciones anaeróbicas y la presencia de olores desagradables que sugiere niveles bajos de oxígeno disuelto en el agua; situación que logró evidenciarse durante las visitas a los usuarios de La Vorágine.

Para confirmar la imprecisión en los datos de oxígeno disuelto, se realizó una medición de este parámetro a un usuario por categoría, utilizando el método iodométrico o conocido comúnmente como método de Winkler. Sin embargo, al momento de adicionar sulfato de manganeso (MnSO_4) y álcali yoduro azida la muestra se tornó de color blanco como se aprecia en la Figura 13, además, al añadir el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el indicador de almidón, la muestra no cambió su viraje al color negro o morado característico que simboliza la presencia de yodo, la cual es proporcional a la cantidad de oxígeno disponible, por lo tanto, las muestras contenían niveles bajos de oxígeno disuelto.

Los valores obtenidos por el multiparámetro utilizado sugieren que puede haber ocurrido un error en el electrodo empleado o que las trazas de material graso presentes en las muestras hayan causado una modificación de medición, llevando a resultados incorrectas. Otra variable influyente es el tiempo transcurrido entre la recolección y la medición, ya que durante este periodo las muestras fueron agitadas, lo que podría haber afectado los resultados.



Figura 13. Muestra una vez agregado MnSO_4 y álcali yoduro azida.

8.2.3.4 Potencial redox

El potencial redox permite determinar la inferencia de agentes oxidantes o reductores en el agua, la cual es directamente proporcional a la concentración, los resultados obtenidos para el potencial redox presentan una tendencia a valores positivos, con el 93% de los datos totales, lo que indica que el medio es oxidante, sin embargo, para aguas residuales con alto contenido de materia orgánica, se esperan valores muy negativos consecuentes con un medio reductor (Peira, 2014). Lo anterior, indica una posible falencia de los datos obtenidos, debido a los altos valores en términos de DQO.

Además, otra variable indicadora de incertidumbre en la medición es el oxígeno disuelto, debido a que a valores bajos de este parámetro o condiciones anaeróbicas como lo pueden ser dentro de una trampa de grasa, se esperan resultados de potencial redox negativos debido a los ácidos orgánicos que pueden generarse (Soto-Esquivel et al., 2009).

Por lo tanto, los datos recopilados no serán sujeto a análisis, asimismo, se plantea la suposición de que las cifras obtenidas se vieron influenciadas por el tiempo transcurrido entre la recolección y medición, teniendo también la agitación transcurrida que pudo generar condiciones diferentes a las reales del sistema. Además, por recomendaciones se debería minimizar la exposición al aire libre y el tiempo en la medición por posibles errores (APHA et al., 2017).

8.2.3.5 pH

Los resultados del parámetro pH se representan en la Figura 14, donde se encontró que para las diferentes categorías se denotan cifras similares, centrándose más hacia una tendencia ácida, debido a la fermentación por parte de microorganismos presentes debido a nutrientes como el ácido acético y butírico, que hacen que se presenten valores de pH por debajo de 7 unidades (Zhao et al., 2017).

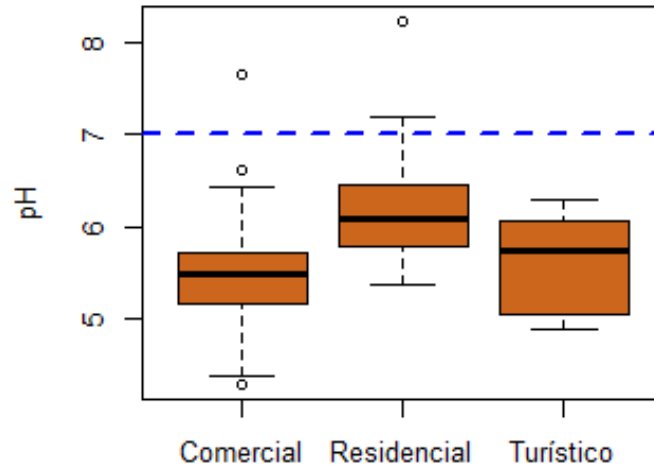


Figura 14. Valores de pH para las diferentes categorías

En general, la mediana para los datos recopilados fue de 5,64 unidades, un valor que se encuentra dentro de los rangos reportados por diferentes autores, como De Santa Isabel Álvarez (2014, como se citó en Sultana et al., 2022) que reporta un rango entre 4,9 y 6,9 unidades para comedores en Suecia y Livingston et al. (2007) mencionan cifras de 5,4 y 6,1 unidades para cuatro restaurantes en Estados Unidos. Además, Tang et al. (2024) determinaron que las características fisicoquímicas del agua en una trampa de grasa presentaban valores entre 5 y 6 unidades. Por último, profesionales reconocidos como los autores de Metcalf y Eddy, (1995) han establecido rangos de pH entre 5 y 7 unidades para las aguas grises.

Los valores de pH con tendencia ácida puede ser sinónimo de preocupación, debido a que puede generar afectación en las trampas construidas en concreto, característica que predominaba en los sistemas de La Vorágine, provocando un deterioro en las paredes de las trampas de grasa (Aziz et al., 2012), de manera que se puede generar pequeñas grietas en la infraestructura (Gutiérrez et al., 2010).

Por otra parte, es importante destacar que las características del agua de las trampas de grasa pueden diferir en comparación a las condiciones del alcantarillado (Tang et al., 2024). Se ha encontrado que las aguas residuales de estos sistemas tienden a un pH más ácido que las de la red de desagüe municipal, la cual puede estar entre 6-7 unidades (Wang et al., 2005). Por lo que el agua puede no tener un impacto en las condiciones del agua residual que llega a la PTAR de la comunidad, debido a que el rango de pH ideal para los reactores biológicos de tratamiento de aguas residuales se encuentra entre 6,5 y 8 (Gray, 2004 citado por Kokina et al., 2022)

Además, el pH es un parámetro importante que puede influir al momento de generar vertimientos sobre el suelo. El agua de las trampas de grasas puede generar acidez a las plantas, lo cual puede afectar o beneficiar de acuerdo con las características de la flora (Palmer y Corpus, 2018). También, el pH afecta la solubilidad de los nutrientes disponibles y la forma en la que pueden ser captados por las plantas (Cremona y Enriquez, 2020). Por debajo de rangos bajos pueden los óxidos metálicos hacerse más solubles, pudiendo resultar fitotóxicos (Barbaro et al., 2018).

8.2.3.6 Conductividad eléctrica

La conductividad permite medir la cantidad de iones presentes en una muestra, para este estudio, los resultados se representan en la Figura 15, donde se aprecia una característica importante la cual son los mayores valores alcanzados para la categoría de turístico, seguido del comercial y, por último, los residenciales, alcanzando un amplio rango de valores desde 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 4600 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Según González y Much (2020) la conductividad eléctrica es directamente proporcional al contenido de jabones, es decir, cuanto mayor sea el contenido en un volumen específico, mayor será el resultado de este parámetro. De acuerdo con la información recopilada de los usuarios, el uso de jabón es una práctica predominante, siendo los establecimientos turísticos los que presentan una mayor afluencia de clientes y en consecuencia un mayor uso de jabones, esto se refleja en los valores más altos de conductividad, seguidos por los establecimientos comerciales y, en menor medida, por los residenciales, que realizan actividades típicas de un hogar.

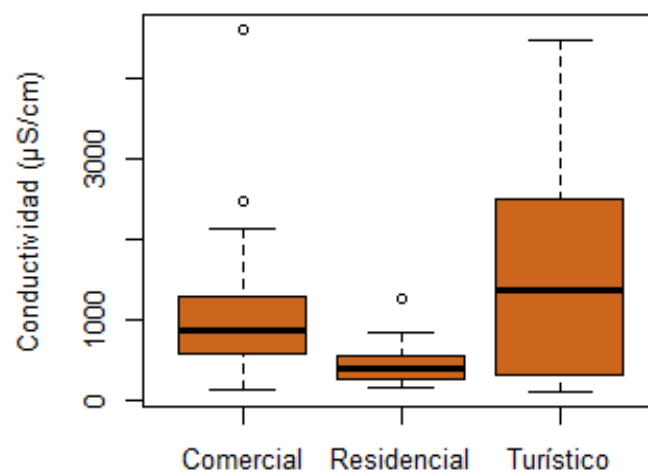


Figura 15. Valores de conductividad eléctrica para las diferentes categorías

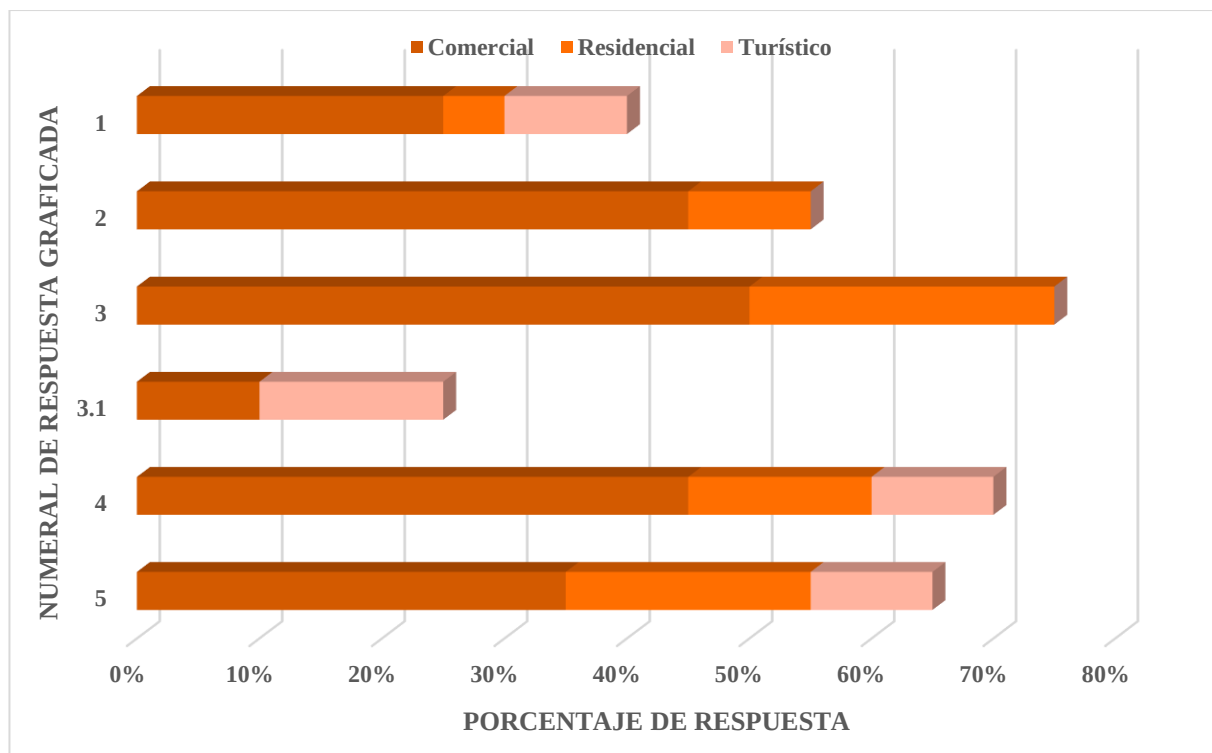
Los valores de conductividad eléctrica han sido reportados por otros autores como Tang et al. (2024) con cifras entre 100 a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua de las trampas de grasas, también, Ahmad et al. (2023) obtuvo 400 hasta 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua residual de restaurantes. Lo anterior, presenta algunos valores dentro de lo reportado en este estudio, sin embargo, las altas cifras pueden tener justificación de acuerdo con lo mencionado anteriormente.

Finalmente, los altos niveles de sales generan una afectación reduciendo la disponibilidad de agua para las plantas, mediante el proceso desecante que provoca en el suelo, entonces, valores altos de conductividad eléctrica son perjudiciales para el crecimiento de las plantas, específicamente el ion sodio en altas concentraciones puede tener un efecto toxico y generar problemas en la estructura del suelo, además, los microorganismos pueden afectarse (Cremona y Enriquez, 2020).

8.2.4 Caracterización de operación y mantenimiento

8.2.4.1 Encuestas

Las encuestas proporcionaron un diagnóstico basado en la experiencia y conocimiento de los usuarios respecto a la operación y mantenimiento de cada sistema individualmente. A partir de los resultados obtenidos, se seleccionaron las respuestas más relevantes de los módulos 2, 3 y 4, las cuales permitieron dar la base para las propuestas de operación, mantenimiento y disposición de grasa. Los porcentajes de respuesta y preguntas se ilustran en la Figura 16.



NUMERAL	PREGUNTA	RESPUESTA GRAFICADA
1	¿Cómo dispone finalmente de las grasas extraídas?	En el suelo
2	¿Lleva algún control o seguimiento del mantenimiento?	No
3	¿Cada cuánto tiempo realiza el mantenimiento?	3. Mayor a un mes
		3.1 Menor a un mes
4	¿Qué dispositivos de agua se encuentran conectados a la trampa de grasa?	Solo lavaplatos
5	¿Desde hace cuánto tiempo dispone de la trampa de grasa?	Más de 15 años

Figura 16. Resultados de encuestas O&M

Se encontró que cerca del 40% de los usuarios dispone los residuos de grasas y aceites extraídos de las trampas depositándolos en el suelo, siendo esta actividad crítica ya que representa un peligro ambiental para el suelo alterando las propiedades físicas e impactando en la reducción de capacidad de absorción y filtración de este (Correa, 2013, citado por Secretaría de Ambiente de Bogotá, 2023).

Por otro lado, respecto al tiempo de mantenimiento, periodos mayores a un mes tienen el más alto porcentaje de respuesta por parte de los usuarios comerciales. Estos tiempos de acumulación de grasa extensos infieren en la capacidad de retención de las trampas, más aún, en la categoría comercial debido a su alta producción de grasa. Sumado a lo anterior, 9 de 12 usuarios en esta categoría no llevan un registro de las fechas en las que realizan el mantenimiento, lo que podría dar lugar a intervalos de tiempo más largos de esta actividad.

Adicionalmente, más del 60% de las trampas evaluadas tienen una antigüedad mayor a 15 años, del total de usuarios comerciales se tiene el 35%. Debido al constante crecimiento de clientes y por ende venta de alimentos que se ha generado en los últimos años, las condiciones de diseño iniciales tienden a desacoplarse cada vez más a las condiciones reales de los establecimientos, esto influye de manera crítica en la operación y funcionamiento adecuado de las trampas de grasa.

Finalmente, destaca mencionar que dentro de las preguntas realizadas se encontró que el 80% de los usuarios encuestados respondieron no haber recibido capacitación sobre la operación y/o mantenimiento de sus trampas de grasa en los últimos 10 años por parte de ninguna entidad, lo cual incide particularmente en un aumento de la desapropiación por parte de los usuarios a sus trampas, promoviendo un deterioro constante de las mismas.

8.2.4.2 Perspectiva sobre impactos

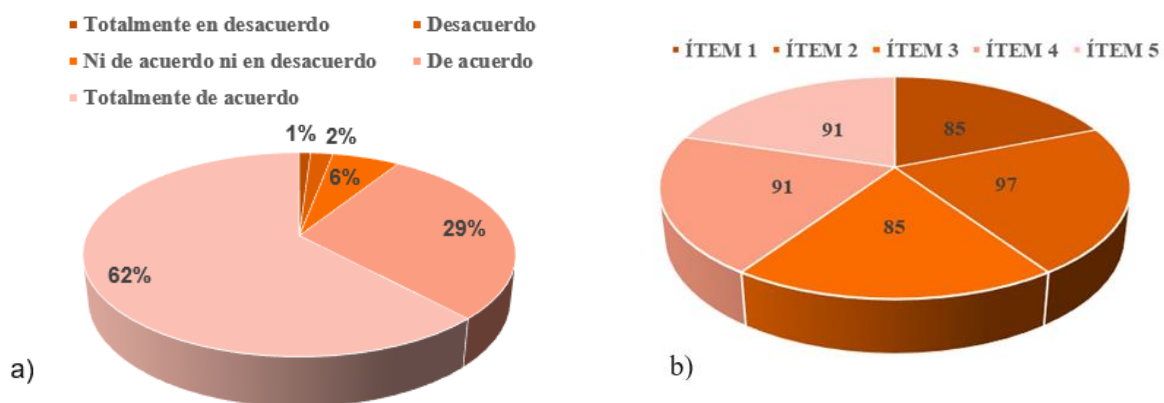
Los ítems usados para la evaluación mediante la escala Likert de los impactos asociados a las grasas y aceites se encuentran descritos en la Figura 17, en conjunto con los resultados de las respuestas; para este análisis cabe aclarar que al tener 20 usuarios evaluados, por cada ítem el máximo puntaje a obtener es 100 y 20 corresponde al mínimo.

Se encontró que los usuarios identifican el impacto negativo de estos residuos sobre el sistema de alcantarillado, además reconocen la importancia de las trampas de grasa y comprenden que una gestión inapropiada de estos residuos conlleva a una afectación negativa a las diferentes matrices agua y suelo del ecosistema ambiental. Lo anterior se denota en la Figura 17a, donde la opción “Totalmente de acuerdo” fue la más escogida para responder a los diferentes ítems.

Por otro lado, Figura 17b destaca que el ítem 1 y 3, obtuvieron el menor puntaje, por ende, se recomienda que desde ASOVORÁGINE E.S.P se generen espacios en los que se logre la transferencia de información hacia los usuarios sobre un contexto del sistema de tratamiento de

aguas residuales, la importancia que posee para el bienestar de la comunidad y se dialogue sobre la afectación que se puede provocar con la afluencia de altas concentraciones de grasas y aceites en caso de que las trampas no se encuentren operando de manera adecuada.

De esta manera, el tercer ítem está referido de forma general al impacto sobre la salud pública por el aumento de vectores que puede tener lugar frente a una incorrecta disposición de la grasas, este ítem es de gran relevancia debido a que la mayoría de los usuarios contempla una manipulación, preparación y venta de alimentos al público, lo cual, se relaciona directamente a garantizar una salubridad apropiada, por lo cual, dar énfasis es la disposición adecuada de estos residuos debe ser un tema de suma importancia para la comunidad. Finalmente el Anexo 8 contiene la totalidad de las respuestas obtenidas para los diferentes ítems y la calificación por usuario.



Ítem 1: Las trampas de grasa interfieren en el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de La Vorágine.

Ítem 2: Las grasas y aceites representan un peligro respecto a la contaminación de ríos, lagos, lagunas, entre otros.

Ítem 3: La incorrecta disposición de las grasas y aceites genera afectaciones para la salud humana, entre ellos, olores desagradables, problemas de roedores y cucarachas

Ítem 4: Las grasas y aceites representan un peligro en cuanto a la contaminación del suelo.

Ítem 5: Las grasas y aceites generan obstrucciones en las tuberías del sistema de alcantarillado

Figura 17. Resultados aplicación escala Likert frente a los impactos. a) Porcentajes de respuesta por cada opción b) Puntuación obtenida por cada ítem

8.3 Selección de alternativas

8.3.1 Taller con la comunidad

En el taller contó con la asistencia de 8 personas (Figura 18 y 19) y el operario de la PTAR de ASOVORÁGINE E.S.P.; a pesar de que dentro de las actividades de recordatorios 12 confirmaron presentarse.

ASISTENCIA - Taller trampas 07-Feb-2024	
Nombre	Firma
Ana Lucía Arde	Ana Lucía Arde
Ing. personal con el nombre	Ing. personal con el nombre
Jo Azad Oidorner Jimenez	Jo Azad Oidorner Jimenez
Carlos pulido de los	Carlos pulido de los
Diana M. Barquera Vanegas	Diana M. Barquera Vanegas
JULIEZ VAIDEZ	JULIEZ VAIDEZ
Zuleima (Baillos) Torres	Zuleima (Baillos) Torres
Johana Fernandez	Johana Fernandez

Figura 18. Asistencia de usuarios al Taller



Figura 19. Ejecución de taller con la comunidad

A continuación, se destacan los puntos más importantes sobre la información que se logró transferir a los usuarios:

- **¿Qué es, cuáles son las partes y cómo es el funcionamiento de una trampa de grasa?**

Son tanques de flotación donde la grasa sube a la superficie y es retenida mientras el agua clarificada sale por una descarga inferior. La función más importante de las trampas de grasa es evitar que las grasas y jabones disminuyan la eficiencia de las etapas siguientes del tratamiento del efluente (MVCT, 2021). En este sistema se pueden identificar tres zonas principales dentro de la trampa, la zona superior de acumulación de grasas aceites, una zona intermedia donde fluye el agua y la zona inferior donde se depositan los sólidos más pesados que el agua, como restos de comida.

- **¿Qué materiales se retiene en estos sistemas y por qué son importantes?**

Se retiene principalmente los aceites y grasas que por su característica son menos densos que el agua y por mecanismo de flotación son acumulados en la zona superior, también, restos de comida y otros tipos de partículas de manera indirecta quedaran en el fondo de la trampa al ser más densos que el agua. Por otro lado, no se retendrán compuestos o sustancias disueltas. La importancia de estos sistemas radica en la disminución de la contaminación que las grasas y aceites generan en las fuentes superficiales de agua y por ende evitan una afectación de la fauna y flora acuática. Además, genera un gran aporte para el tratamiento en la PTAR, al eliminar previamente altas concentraciones de estos compuestos en el agua residual que incide en los procesos biológicos de manera negativa.

- **¿Qué se realizó y qué encontramos en la actividad de seguimiento a los establecimientos?**

A través de las visitas se determinaron las dimensiones y se extrajo la grasa de los sistemas de cada uno de los usuarios, con el fin de cuantificar la producción de grasa y examinar parámetros de diseño, simultáneamente se realizó la medición de algunas variables fisicoquímicas para conocer la calidad del agua en el sistema, posteriormente se realizó el análisis de lo encontrado y logramos conocer mediante encuestas realizadas las labores de operación y mantenimiento específicas en cada establecimiento.

Se encontró que los usuarios comerciales son los mayores productores de grasa, seguido de los usuarios turísticos y finalmente los residenciales, a la par, se encontró que existe un alto porcentaje de incumplimiento de parámetros de diseño establecidos en el RAS y que según el parámetro de DQO el agua residual gris producida indica un alto grado de contaminación por materia orgánica. Finalmente, de manera general frente a la operación y mantenimiento, se especificaron datos de las frecuencias de mantenimiento por categoría, el número de usuarios que llevan control o seguimiento a la limpieza de la trampa y datos de antigüedad de los sistemas.

Por otro lado, las respuestas de los usuarios a las preguntas intermedias anexadas anteriormente en la Tabla 3 se adjuntan en la Figura 20, se solicitó que de manera voluntaria compartieran sus respuestas, logrando entablar un diálogo participativo y que a la par se resolvieran algún otro tipo de inquietudes que surgieran frente a lo expuesto anteriormente. Sin embargo, los usuarios optaron por participar través del diálogo, por lo que las respuestas recibidas en formato físico fueron escasas.

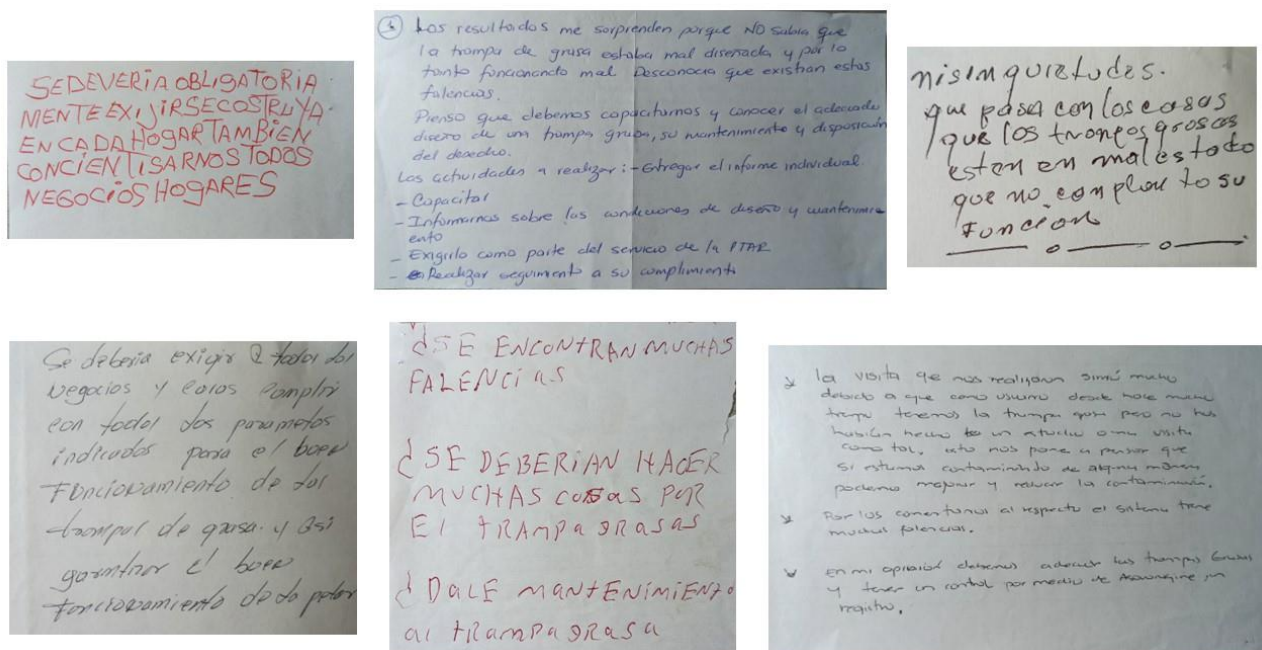


Figura 20. Respuestas e inquietudes recibidas mediante la realización del taller

Finalmente, para este espacio se proyectó la asistencia de la totalidad de los usuarios con los cuales se realizó el trabajo de campo, este hecho sugiere un bajo interés por parte de las personas en el tema de mejoramiento de los sistemas propios. Sin embargo, hay que destacar que los usuarios presentes mostraron un gran interés por opinar al respecto desde el conocimiento propio y generar

un diálogo a la par con el operario de ASOVORÁGINE E.S.P, sugiriendo mayor seguimiento y control a las trampas de grasa que presentan deficiencias en su funcionamiento.

8.3.2 Presentación y selección de alternativas

Además de la optimización de las trampas mediante la adición de los accesorios pertinentes que mejoren la retención de grasa en los sistemas, se presentaron las siguientes alternativas respecto a las actividades de operación, mantenimiento y disposición de grasas.

8.3.2.1 Operación y mantenimiento

Se expusieron las siguientes recomendaciones generales a los usuarios para la operación de sus trampas de grasa (Tabla 15); cabe resaltar que las sugerencias presentadas se hicieron con base en una revisión de lo estipulado por distintos autores, además de hacer un acople y análisis en conjunto con la información obtenida a través de las encuestas.

Tabla 15. Recomendaciones de operación presentadas en el taller.

RECOMENDACIONES	AUTORES
• Las trampas de grasa deben estar ubicadas en sitios de fácil acceso donde puedan ser inspeccionadas y realizar un correcto mantenimiento. Adicional se sugiere que se localice lo más cercano posible al desagüe del lavaplatos. • Se debe evitar colocar encima maquinaria o equipo que impida el adecuado mantenimiento. • No deben ingresar aguas residuales provenientes de los servicios higiénicos. • Los residuos de alimentos no se deben descargar a la trampa de grasa, ya que aumentan el volumen de lodos y sedimentos en el fondo, reduciendo el volumen útil. Por lo cual, se sugiere hacer una limpieza previa de los platos, vasos o utensilios de cocina usados antes de lavarlos. • Los accesorios de entrada y salida deben estar correctamente ubicados para permitir el adecuado funcionamiento del sistema.	OPS y CEPIS (2003); Coflex (s.f); CESPT (s.f)

• Se debe evitar las condiciones de turbulencia a la entrada de la trampa con el fin de no afectar el mecanismo de separación por flotación de las grasas y aceites, esto se logra a través de la extensión en la tubería de entrada. • Separar previamente el aceite de cocina usado y disponerlo adecuadamente, no desecharlo por el lavaplatos o el sistema de alcantarillado	
---	--

De igual manera, se expuso la importancia del mantenimiento a los usuarios y se anexó un video ilustrativo donde se explicó la forma de realizar la extracción de grasa. Como recomendación principal para mantenimiento, se sugirió que cada usuario tenga una frecuencia según sean las condiciones de cada establecimiento, en donde se enfatiza en reconocer la producción de almuerzos individualmente y realizar un seguimiento preliminar a la acumulación de grasas con el fin de evaluar cuál es el tiempo óptimo de cada establecimiento, no obstante, para usuarios comercial y turísticos se recomendó una limpieza mínima de una vez por semana debido a su alta producción.

Las anteriores alternativas de mejora a la operación y mantenimiento fueron aceptadas y comprendidas por parte de los usuarios de manera positiva, entendiendo que existen falencias de diseño a mejorar que se pueden ir realizando de manera paulatina para lograr un adecuado funcionamiento.

8.3.2.2 Disposición de grasas y aceites

Las grasas y aceites retirados de las trampas poseen variedad de opciones para su disposición, donde finalmente puede dar lugar a un proceso de tratamiento y/o aprovechamiento, entre ellos, la producción de biodiesel, procesos de digestión anaeróbica y producción de lubricantes y jabones (He et al., 2017); la Figura 21 contiene mayor detalle de los tratamientos existentes. Se añade que el proceso de compostaje se considera un tratamiento adecuado para este tipo de residuos (Rojas, 2019, como se citó en González y Villalobos, 2021). No obstante, actualmente la práctica más común es disponer de ellos en los rellenos sanitarios (Tu et al., 2012; Tu y McDonnell, 2016)

Con base en lo anterior, se seleccionaron las opciones de compostaje, producción de biodiesel y la disposición preferiblemente en relleno sanitario para ser presentadas a la comunidad.

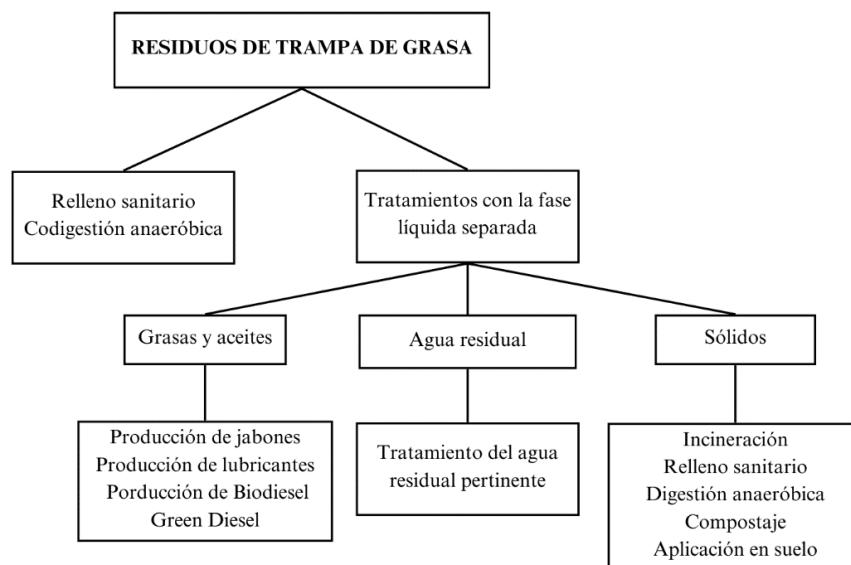


Figura 21. Métodos de disposición de residuos de trampa de grasa

Fuente: Adaptado de Wilkinson et al. (2009)

8.3.2.2.1 Compostaje

El compostaje se puede utilizar para convertir residuos con grasas y aceites considerados peligrosos en valiosas enmiendas para el suelo (Wilkinson et al., 2009), sin embargo, este tipo de residuos presentan intrínsecamente una dificultad debido a su deficiencia de nutrientes, con un contenido especialmente bajo de nitrógeno y fósforo en relación con un alto contenido de carbono (Ruggieri et al., 2008), este hecho suele implicar el uso de un cosustrato para compensar la relación C/N de la mezcla inicial y actuar como inóculo (Rojas et al., 2022), entre ellos se encuentran estiércol, residuos de jardín y residuos orgánicos de comida que han demostrado buenas características de compost en diferentes estudios (Alfonso et al., 2017; Ruggieri et al., 2008).

Cabe aclarar que el resultado exitoso del compostaje de grasas y aceites está sujeto a diferentes variables como pH, humedad del sustrato, temperatura, cantidad de nutrientes, concentración de grasas y aceites, entre otras (Lauprasert et al., 2017; Azhdarpoor et al., 2014; Rojas et al., 2022), las cuales son específicas para cada tipo de estudio y es necesario realizar un análisis inicial específico para determinar las condiciones.

8.3.2.2.2 Producción de biodiesel

El combustible biodiesel son ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de materias primas lipídicas, como grasas vegetales o animales, en donde la producción de biodiesel

se puede realizar mediante transesterificación (Yau et al., 2021). La composición variable y las altas concentraciones de ácidos grasos libres (AGL) en los aceites y grasas (AG) provenientes de trampa de grasa plantean desafíos para la conversión a biocombustibles, mientras que los aceites vegetales tradicionales se componen principalmente de triglicéridos con pocos AGL (<0,5% p/p), los desechos de AG contienen un mayor porcentaje (Deaver y Popat, 2022). Por lo general, las AG obtenidos de fuentes como restaurantes contienen aproximadamente un 15% de AGL, no obstante, depende completamente del tipo proveniencia (Abomohra et al., 2020). Por lo cual, se debe tener ciertas características específicas para el proceso, usualmente según Canakci (2007) se tiende a mezclar los desechos de AG con materiales bajos en AGL con el propósito de lograr los parámetros deseados, adicionalmente, el coste es de dos a tres veces menor que el de los aceites vegetales vírgenes para la producción de biodiesel (Yau et al., 2021)

Implementar esta alternativa en la comunidad de La Vorágine es posible a través de empresas que se encarguen de realizar los procesos pertinentes a estos residuos, para ello, se consultó con la compañía Greenfuel Colombia, con sede en la ciudad de Cali, sobre el proceso de recolección de residuos de trampas de grasa en la comunidad de La Vorágine, la información obtenida sobre el proceso fue presentada a la comunidad, facilitando el medio de conexión entre la empresa y los usuarios siendo el caso donde se presentara mayor interés por esta opción de disposición.

8.3.2.2.3 Disposición en relleno sanitario

Esta alternativa fue propuesta con base al conocimiento que se logró obtener de la dinámica socioeconómica de la población. Se propuso teniendo en cuenta que una vez conocido un contexto general de las aptitudes y actitudes generales de la comunidad, mediante visitas de campo y las encuestas, no se observó un impulso suficiente de la adopción de una alternativa menos impactante para el medio ambiente como las presentadas previamente.

Se presenta la Tabla 16, que contiene una comparación entre las alternativas de disposición, mostrando ventajas y desventajas en particular.

Tabla 16. Ventajas y desventajas de las alternativas de disposición de grasas

OPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
COMPOSTAJE	• Se logra obtener un producto útil para uso de la comunidad. • Fomenta la participación comunitaria dentro de los usuarios. • Permite el aprovechamiento de otro tipo de residuos orgánicos que sean los óptimos para agregar como sustrato.	• Es necesaria la capacitación de personal. • Requiere análisis y estudios previos para la implementación. • Se necesita se espacio, tiempo y disponibilidad de usuarios que sean los encargados de gestionar el proceso. • Inicialmente se pueden presentar malos olores debido a las grasas y aceites retirados de los sistemas.
BIODIÉSEL	• Se obtiene una retribución económica al vender los residuos recolectados las empresas. • Se genera impacto positivo ambiental de manera indirecta al aportar materia prima a las empresas que generar de la producción de esta alternativa a los combustibles fósiles.	• Se requiere de capacitaciones a los usuarios para poder tener una mayor rigurosidad de operación de las trampas de grasa, con el fin de evitar que existan residuos de comida u otro tipo de compuestos inapropiados. • Al ser un negocio que se realiza con altos volúmenes de grasa, se necesita que la mayoría de los usuarios este de acuerdo con realizar este tipo de disposición de manera que sea viable para la empresa prestadora del servicio. • Lograr implementar esta alternativa se sujeta a que los residuos de grasa

		y aceite de los usuarios cumplan con las características requeridas por la empresa y no varíen significativamente entre ellos
RELLENO SANITARIO	• Facilidad de implementación para la comunidad • En lugar de desechar los residuos de grasa en el suelo, depositarlos en el relleno sanitario garantiza un control más efectivo de la contaminación que podría afectar a las matrices de agua y suelo.	• Genera una actividad adicional para los usuarios como el secado y lavado de herramientas usadas. • Contaminación en caso de utilizar bolsas de plástico para la disposición final.

Dentro del taller se abrió un espacio permitiendo establecer un diálogo con los usuarios donde expresaran sus opiniones frente a las diferentes alternativas de disposición de grasa. Lograron comprender la importancia de las acciones de aprovechamiento de los residuos generaron a partir del mantenimiento de las trampas, sin embargo, los usuarios expresaron su incomodidad frente a la opción de implementar un sistema de compostaje, principalmente por el requerimiento de espacios físicos y necesidad de capacitaciones técnicas. En conjunto, se analiza que la comunidad cuenta con actividades económicas principales de preparación y venta de alimentos, lo cual demanda tiempo y personal, encontrando un bajo potencial de implementación de compostaje.

Por otro lado, la opción de producción de biodiésel a través de empresas externas produjo mayor interés entre los usuarios, obteniendo mayor aprobación por parte de los asistentes, no obstante, se requiere de una gestión ya sea individual o en conjunta que permita evaluar verdaderamente la posibilidad de aprovechamiento de las grasas para tal propósito en La Vorágine.

Finalmente, resultó ser mayormente acogido disponer por medio del camión recolector de residuos sólidos al relleno sanitario, principalmente por la facilidad que resultar realizar dicha actividad. No obstante, teniendo en cuenta las características contaminantes del agua de las trampas de grasas

mencionadas en el ítem 8.2.3 *Medición de parámetros de calidad del agua*, se recomendó a la comunidad realizar esta disposición con la condición de remover el mayor porcentaje de humedad, en donde el agua residual sea dirigida hacia el alcantarillado y posteriormente reciba el tratamiento pertinente en la PTAR.

El método recomendado para el secado de las grasas extraídas es haciendo uso de un colador o un material poroso por donde pueda filtrarse el agua y recogerse finalmente en una recipiente, esto es sugerido para los usuarios que retiran cantidades pequeñas y manejables de grasa; para los usuarios como turísticos y/o comerciales, es sugerido realizarlo a través de la apertura de orificios a bolsas que permitan el escurrimiento de agua (Figura 4), similar a como se ejecutó en el presente trabajo, debido a la mayor producción de grasa.

8.4 Guía de operación y mantenimiento para trampas de grasas.

La guía de operación y mantenimiento se encuentra ilustrada en la Figura 23, en conjunto con el informe de las falencias de diseño encontradas en las trampas de grasa se entregaron al operario de ASOVORÁGINE E.S.P (Figura 24). Se llevó a cabo una retroalimentación del manual con algunos residentes y con el operario de ASOVORAGINE E.S.P, adicional, se dejó una copia del material en la empresa para su consulta futura y se compartió en formato digital para facilitar su distribución entre los usuarios que disponen de trampas de grasa.

Guía de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA TRAMPAS DE GRASA

CUIDA
PROTEGE
CONSERVA

EL BUEN FUNCIONAMIENTO
DEPENDI DE UNA BUENA
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
¡AYUDEMOS A NUESTROS SISTEMAS!



Autores:
María Camila Castillo Peña
Oscar Armando Vanegas Ortiz

Estudiantes de
Ingeniería Sanitaria
y Ambiental



CONTENIDO

INFORMACIÓN INICIAL

1

RECOMENDACIONES DE
OPERACIÓN

3

RECOMENDACIONES PARA EL
MANTENIMIENTO

6

FORMATO PARA EL
MANTENIMIENTO

11

Documento académico



PRESENTACIÓN

La presente guía de operación y mantenimiento se encuentra orientada a brindar herramientas y acciones, para el adecuado funcionamiento de los sistemas trampas de grasa y disminuir los riesgos que existen sobre la salud y medio ambiente.

El objetivo de este documento es dar un material didáctico a las personas que cuenten con trampas de grasa y se encarguen de operar y mantener los sistemas en la comunidad de La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali, de igual manera, se busca contribuir en la sostenibilidad de la tecnología.

La finalidad además es contar con una herramienta didáctica que permita tener un alcance a toda la comunidad, también, alivianar por medio del buen funcionamiento de las trampas de grasas los procesos llevados a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales de La Vorágine.

Las recomendaciones aquí descritas pueden estar sujetas a cambios de acuerdo con otras zonas poblacionales, debido a la diferencia de dinámicas de las comunidades.

INFORMACIÓN INICIAL

¿QUÉ ES UNA TRAMPA DE GRASA?



Fuente: Biosoluciones, 2017

Es un tanque que tiene como función principal retener grasa, aceite y flotantes, para reducir los contaminantes que llegan a la PTAR de la comunidad.

COMPONENTES DE UNA TRAMPA DE GRASA



- 1 TUBERÍA DE ENTRADA DEL AGUA CONTAMINADA CON GRASAS Y ACEITES
- 2 ZONA DONDE SE ALMACENA LOS MATERIALES MÁS PESADOS COMO LODOS, ARENAS, RESTOS DE COMIDA, ETC
- 3 ZONA DONDE SE DEPOSITA Y ACUMULA LOS MATERIALES MENOS PESADOS COMO LAS GRASAS, ACEITES Y FLOTANTES
- 4 TUBERÍA DE SALIDA DEL AGUA DESCONTAMINADA CON GRASAS Y ACEITES
- 5 BORDE LIBRE O ESPACIO DISPONIBLE ENTRE EL NIVEL DEL AGUA Y LA TAPA DE ACCESO
- 6 TAPA DE ACCESO A LA TRAMPA DE GRASA

Contar con cada uno de los componentes es vital para garantizar el buen funcionamiento de la trampa de grasa

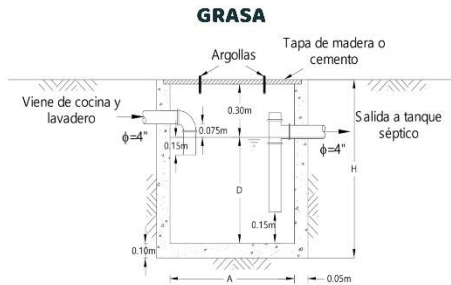
1

Documento académico



INFORMACIÓN INICIAL

DISTANCIAS RECOMENDABLES PARA UNA TRAMPA DE GRASA



¿POR QUÉ ES IMPORTANTE CONTAR CON TRAMPA DE GRASA?

Generalmente las trampas de grasas se utilizan en establecimientos que proporcionan una mayor cantidad de grasas y aceites al alcantarillado, como lo son: venta de desayunos, almuerzos, cenas, fritanga, entre otros.

LAS TRAMPAS DE GRASAS SON IMPORTANTES:



2

Documento académico



RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN

¿A QUÉ SE REFIERE LA PALABRA "OPERACIÓN"?

La operación se refiere a el conjunto de acciones o actividades para mantener en excelentes condiciones algún sistema, como lo son las trampas de grasa.

RECOMENDACIONES

- Las trampas de grasa no deben estar conectadas a inodoros. Se sugiere solamente conexión a lavaplatos y/o lavamanos.
- Se sugiere realizar una revisión semanal a la trampa de grasa; es posible verificar si existe taponamientos o algún otro tipo de inconvenientes.

3

Documento académico



RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN

- Los residuos de alimentos no se deben descargar por el lavaplatos a la trampa de grasa, esto generará malos olores en el sistema y que se generen mayor cantidad de materiales en el fondo.



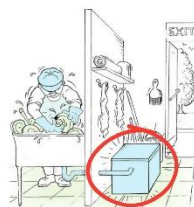
Fuente: WikiHow, s.f

No colocar ningún tipo de maquinaria u objetos pesados encima de la trampa de grasa, que dificulten la revisión o el mantenimiento de la trampa de grasa.

4

- Es recomendado que la trampa de grasa esté ubicada lo más cercano posible al lugar donde se realiza la preparación de alimentos.

Con ello se minimiza el taponamiento de tubería y evita costos adicionales.



Fuente: CEPST, s.f

4

Documento académico



RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN

- No tirar el aceite usado de cocina por el lavaplatos.
Recogerlo en botellas y disponerlo de manera adecuada al camión de la basura o personas/entidades que hagan un aprovechamiento de este.



Los componentes o accesorios son necesarios para las trampas de grasas, porque permiten obtener un buen funcionamiento del sistema.

7

Debe contar con el accesorio adecuado en la tubería de entrada

Debe contar con los componentes en la tubería de salida



5

Documento académico



RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO

Son las actividades destinadas a conservar la utilidad de los sistemas, en este tema, específicamente de las trampas de grasa

¿A QUÉ SE REFIERE LA PALABRA "MANTENIMIENTO"?

Existen diferentes dos tipos:

- Preventivo: se realiza antes de que ocurra un daño o se afecte el buen funcionamiento
- Correctivo: se realiza cuando se tienen fallas inesperadas



¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

- 1 Evita la posibilidad de que se taponen las tuberías



- 2 Previene la generación de malos olores



- 3 Una frecuencia adecuada de mantenimiento logra que la actividad sea menos compleja de realizar



6

Documento académico



RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO

La categoría residencial puede tener una frecuencia mensual de mantenimiento



La frecuencia para cada usuario se puede definir revisando periódicamente la trampa de grasa, de tal manera que no se presente una acumulación crítica.

Se debe llevar un registro de mantenimiento, para → Al final del presente documento se anexa un formato guía

¿Cómo realizarlo?

Elementos de protección personal



Guantes Tapabocas Botas

Materiales



Colador o material poroso Balde Bolsa

8

Documento académico



RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO



Aliviana las actividades de mantenimiento en la PTAR, realizadas por el operario

4



Evita la proliferación de plagas como insectos y roedores que afectan el bienestar de las personas

5



Se contribuye positivamente al funcionamiento y cuidado ambiental en la comunidad

6

¿Con qué frecuencia realizarlo?

Para usuarios comerciales y turísticos con altas ventas de desayunos, almuerzos o cenas:

Realizar limpieza mínima de una vez por semana

Mejora la capacidad de retención de grasa del sistema

El tiempo adecuado de mantenimiento puede variar

Menor venta de almuerzos



Menor frecuencia



7

Documento académico



RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO

Procedimiento

- 1 Colocarse los elementos de protección personal



Destapar la trampa y dejar airear por al menos 5 a 10 minutos de manera que salgan los gases acumulados

2

3

Por medio del colador, retirar de manera lenta la capa de grasa y captar la menor cantidad de agua posible. En caso de se haya formado una capa sólida de grasa que no permita el ingreso del colador, si su trampa lo permite, puede retirarla por medio de una pala.



Grasa a escurrir

Material poroso

Balde



Una vez haya retirado la grasa, dejarla escurrir mediante el material poroso y recoger el agua restante en un balde para posteriormente devolverla a la trampa de grasa.

4

9

Documento académico



RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO

5

Se debe dejar escurrir y secar la grasa al aire libre para quitar el agua presente, esto dependerá del clima

Tiempo estimado de secado: 1 o 2 días

Hacia la trampa de grasa

6

Al momento de apreciar la grasa con una textura dura, pasar a bolsas para entregar junto con los otros residuos al camión de la basura.

Sugerencias:

- Realizar el mantenimiento en los días cerca a la recolección del camión, de manera que se pueda entregar inmediatamente.
- Se puede vaciar completamente la trampa de grasa una o dos veces por año para hacer un mantenimiento más completo al sistema

Nunca se debe depositar el agua en el suelo o ríos, debido al alto grado de contaminación y puede afectar el medio ambiente y las personas

FORMATO PARA EL MANTENIMIENTO

FECHA	CANTIDAD DE GRASA EXTRAÍDA (No. de bolsas, baldes, etc)	OBSERVACIONES	RESPONSABLE

10 Documento académico

11 Documento académico

Figura 22. Guía de operación y mantenimiento para trampas de grasa

Figura 23. Entrega final de la guía de operación y mantenimiento e informe de las falencias de diseño



Figura 24. Explicación de la guía de operación y mantenimiento e informe de las falencias de diseño

9 CONCLUSIONES

Se determinó que la comunidad de La Vorágine produce una cantidad importante de grasa, estimada en 2332 kg por año, estimando que el 41% de esta producción total de grasa llega a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), principalmente a las unidades de tanque séptico, esto es consecuencia principal de las deficiencias de diseño encontradas en las trampas que impiden la retención de grasa producida. Los usuarios comerciales representan el 67% de las grasas generadas, seguidos por los turísticos con un 29% y, por último, los residenciales con un 4% del total.

El 88% de las trampas de grasa evaluadas se encontraron en estado de funcionamiento bajo y regular, principalmente por la falta parámetros de diseño primordiales como la falta de accesorios; sumado a lo anterior, se presentan frecuencias inapropiadas de mantenimiento por parte de los usuarios, que en conjunto con las altas producciones de grasa estimadas, se relaciona directamente con el problema latente en el aumento de las actividades de limpieza y operación de las unidades de tanque séptico de la PTAR.

Con los parámetros fisicoquímicos evaluados del agua proveniente de las trampas de grasa, se logró encontrar que valores bajos de pH pueden generar afectaciones a los sistemas fabricados en concreto provocando grietas pequeñas. Adicional, los valores altos de conductividad pueden estar asociados a la concentración de jabones y en consecuencia, afectar las condiciones del suelo y la flora al momento de realizar algún vertimiento sobre este; provocado principalmente por parte de los usuarios.

Las alternativas de mejora propuestas para las trampas, junto con la opción de disposición del material graso seco en el relleno sanitario, resultaron ser las más adecuadas para el contexto específico de la comunidad de La Vorágine, logrando una gran adaptabilidad de las soluciones por parte de la población.

La guía de operación y mantenimiento propuesta y entregada específicamente a la comunidad de La Vorágine representa un aporte para la fomentación de la apropiación de las trampas de grasa que cada usuario posee. A través de la información impartida, se estimula al aprendizaje y a la implementación de lo sugerido, de manera que en un futuro se pueda visualizar una mejor operación de las trampas de grasa y una disminución de la frecuencia de las actividades de mantenimiento de la PTAR.

10 RECOMENDACIONES

Para obtener resultados más precisos referente a la producción de grasa de los diferentes usuarios, se debería garantizar inicialmente que los sistemas cuenten con los diferentes parámetros de diseño pertinentes, con el fin de contar con la mayor retención posible y evitar pérdidas hacia el sistema de alcantarillado, además, se puede contemplar otra alternativa para el secado de las grasas de manera que se pierda totalmente el contenido de humedad.

Con el fin de alcanzar resultados más cercanos a la condiciones reales se sugiere utilizar otra alternativa para determinar el caudal de los sistemas, debido a que según los resultados obtenidos, la información suministrada por los usuarios respecto al número de almuerzos producidos puede ser inexacta, ya que los tiempos de retención calculados lograron ser valores bastante grandes y fuera de rangos recomendados por autores; para ello es necesario llevar a cabo un seguimiento más exhaustivo para cuantificar las cantidades de venta para los diferentes usuarios comerciales y turísticos.

Se recomienda llevar a cabo un análisis técnico-económico que valore los costos adicionales de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y los daños alternos al sistema de alcantarillado causados por la afluencia de grasas y aceites. Esto determinará la reducción de gastos económicos que se lograría al mejorar el funcionamiento de las trampas de grasa.

Al momento de realizar el taller se hizo evidente la falta de participación por parte de la comunidad, debido a que se presenció una asistencia de menos del 50% de los usuarios incluidos en el presente trabajo, por lo que se debe incentivar más a la apropiación de este tipo de espacios que permitan contribuir a un aprendizaje y mejoramiento para la comunidad.

Se sugiere realizar las mediciones de los parámetros in situ para evitar inconsistencia en resultados específicos, debido a que por distancia y tiempo transcurrido entre la toma de muestra y el respectivo análisis algunos valores fueron descartados. Además, adicionar otros parámetros como DBO y sólidos disueltos totales lograrían complementar la evaluación de la contaminación presente en el agua.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abomohra, A. E. F., Elsayed, M., Esakkimuthu, S., El-Sheekh, M., & Hanelt, D. (2020). Potential of fat, oil and grease (FOG) for biodiesel production: A critical review on the recent progress and future perspectives. In *Progress in Energy and Combustion Science* (Vol. 81). <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2020.100868>
- Ahmad, I., Abdullah, N., Koji, I., Yuzir, A., Ahmad, M. D., Rachmadona, N., Al-Dailami, A., Show, P. L., & Khoo, K. S. (2023). Micro and macro analysis of restaurant wastewater containing fat, oil, grease (FOG): An approach based on prevention, control, and sustainable management. *Chemosphere*, 325. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138236>
- Alfonso, J., Carpinteyro, L., Vélez, A., & Teón, A. (2017). *Obtención de un biofertilizante a partir de lodos provenientes de trampas de grasa*. 4(13), 46–57. www.ecorfan.org/boliva
- Al-Gheeti, A., Radin, M., Nyokiewi, W., & Noman, E. (2019). Establish In-House: A Pre-Treatment Method of Fat, Oil and Grease (FOG) in Kitchen Wastewater for Safe Disposal. *International Journal of Integrated Engineering*, 11(1), 151–159. <https://doi.org/10.30880/ijie.2019.11.01.018>
- Almadani, M. (2023). Adsorption process modeling to reduce COD by activated carbon for wastewater treatment. *Chemosphere*, 339. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139691>
- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. In *Standard Methods*. <https://doi.org/ISBN 9780875532356>
- Arheimer, B., & Wittgren, H. B. (2002). Modelling nitrogen removal in potential wetlands at the catchment scale. *Ecological Engineering*, 19(1). [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(02\)00034-4](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(02)00034-4)
- Ayquipa, N. (2021). *Evaluación de la eficiencia de una trampa de grasa (interceptor de grasa hidromecánico) para el pretratamiento de aguas residuales grises en viviendas unifamiliares del distrito de Lares-Cusco*. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11474/1/IV_FIN_107_TE_Ayquipa_Conde_2021.pdf

- Azhdarpoor, A., Mortazavi, B., & Moussavi, G. (2014). Oily wastewaters treatment using *Pseudomonas* sp. isolated from the compost fertilizer. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/2052-336X-12-77>
- Aziz, T. N., Holt, L. M., Keener, K. M., Groninger, J. W., & Ducoste, J. J. (2012a). Field Characterization of External Grease Abatement Devices. *Water Environment Research*, 84(3). <https://doi.org/10.2175/106143012x13347678384161>
- Aziz, T. N., Holt, L. M., Keener, K. M., Groninger, J. W., & Ducoste, J. J. (2012b). Field Characterization of External Grease Abatement Devices. *Water Environment Research*, 84(3). <https://doi.org/10.2175/106143012x13347678384161>
- Barbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D. (2018). Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. *INTA*.
- Bridgewater, A. y Bridgewater, G. (2009). *Energías Alternativas: Handbook*. Editorial Paraninfo.
- Bustos, L. (2012). Evaluación de la sostenibilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales de la voragine, municipio de Santiago de Cali. In *Экономика Региона*.
- Caicedo, A. (2011). *Evaluación de una tecnología individual para manejo de excretas y aguas grises en los corregimientos de Cañutico y San Francisco en el Departamento del Cauca* [Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/4154?locale-attribute=en>
- Campo, J. (2022). *Estado del arte de los sistemas sépticos para el tratamiento del agua residual en zonas rurales*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/31573>
- Canakci, M. (2007). The potential of restaurant waste lipids as biodiesel feedstocks. *Bioresource Technology*, 98(1). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.11.022>
- CESPT. (n.d.). *Instructivo de selección, instalación y mantenimiento de trampas para grasas*.
- Chinchilla, M. (2015). *Relación de parámetros de diseño de trampas de grasas (desengrasadores) versus su eficiencia, en aguas residuales comerciales*. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/USAC.602305>

- Chu, W., & Ng, F. L. (2000). Upgrading the conventional grease trap using a tube settler. *Environment International*, 26(1–2). [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(00\)00073-8](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(00)00073-8)
- Coflex. (n.d.). *Manual-Tecnico-Trampas-de-Grasa*.
- Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca. (2024). *Temperatura máxima mensual (°C)*.
- Cremona, M., & Enriquez, A. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *EEA Bariloche*, 73.
- Deaver, J. A., & Popat, S. C. (2022). Fats, Oils, and Grease (FOG): Opportunities, Challenges, and Economic Approaches. In *Handbook of Waste Biorefinery: Circular Economy of Renewable Energy*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06562-0_10
- Trujillo, J. (2020). *Dimensionamiento hidráulico de un reactor biológico de lodos activados para el canal municipal de lago agro*. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12057/1/UDLA-EC-TIAM-2020-10.pdf>
- Elandt-johnson, R. C. (1997). La definición de tasas: Algunas precisiones acerca de su correcta e incorrecta utilización. *Salud Pública de México*, 39(5). <https://doi.org/10.1590/s0036-36341997000500011>
- European Biomass Industry Association. (2015). *Transformation of Used Cooking Oil into biodiesel: From waste to resource* *Transformation of Used Cooking Oil into biodiesel: From waste to resource*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2392.2009>
- Gallimore, E., Aziz, T. N., Movahed, Z., & Ducoste, J. (2011a). Assessment of Internal and External Grease Interceptor Performance for Removal of Food-Based Fats, Oil, and Grease from Food Service Establishments. *Water Environment Research*, 83(9). <https://doi.org/10.2175/106143011x12989211840972>
- Gallimore, E., Aziz, T. N., Movahed, Z., & Ducoste, J. (2011b). Assessment of Internal and External Grease Interceptor Performance for Removal of Food-Based Fats, Oil, and Grease from Food Service Establishments. *Water Environment Research*, 83(9). <https://doi.org/10.2175/106143011x12989211840972>

- González Guay, R. M., & Much Santos, Z. (2020). Factibilidad técnica en la elaboración de jabones en barra a partir del aceite residual de cocina. *Agua, Saneamiento & Ambiente*, 15(1). <https://doi.org/10.36829/08asa.v15i1.1131>
- González, Y., & Villalobos, J. (2021). Manejo ambiental de residuos orgánicos: estado del arte de la generación de compostaje a partir de residuos sólidos provenientes de sistemas de trampas de grasa y aceite. *Tecnología En Marcha*, 34–2.
- Guadalupe Soto-Esquivel, M., Guzmán-Aguirre, S., Mejía-Chávez, A. G., García-Gómez, R. S., & Durán-de-Bazúa, C. (2009). Effect of hydrophytes (*Typha latifolia*) presence on the redox potentials (reduction-oxidation) in lab scale packed columns. In *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* (Vol. 24, Issue 1).
- Gurd, C., Jefferson, B., & Villa, R. (2019). Characterisation of food service establishment wastewater and its implication for treatment. *Journal of Environmental Management*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109657>
- Gutiérrez-Padilla, M. G. D., Bielefeldt, A., Ovtchinnikov, S., Hernandez, M., & Silverstein, J. (2010). Biogenic sulfuric acid attack on different types of commercially produced concrete sewer pipes. *Cement and Concrete Research*, 40(2). <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2009.10.002>
- He, X., de los Reyes, F. L., & Ducoste, J. J. (2017). A critical review of fat, oil, and grease (FOG) in sewer collection systems: Challenges and control. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 47(13), 1191–1217. <https://doi.org/10.1080/10643389.2017.1382282>
- Instituto Nacional de Metrología de Colombia. (2021). Guía para la determinación de contenido de humedad en granos y cereales. <https://inm.gov.co/web/wp-content/uploads/2021/12/GUIA-DETERMINACION-DE-CONTENIDO-DE-HUMEDAD.pdf#:~:text=La%20presente%20secci%C3%B3n%20describe%20los%20principales>
- Junqueira, W. B. C., Campos, C. M. M., Fia, R., Fia, F. R. L., & Amorim, F. (2017). Hydrodynamic flow studies in the grease trap employed in the primary treatment of effluents from industrial

kitchen. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 22(5). <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017134506>

Kokina, K., Mezule, L., Gruskevica, K., Neilands, R., Golovko, K., & Juhna, T. (2022). Impact of Rapid pH Changes on Activated Sludge Process. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/app12115754>

Lauprasert, P., Chansirirattana, J., & Paengjan, J. (2017). EFFECT OF SELECTED BACTERIA AS BIOREMEDIATION ON THE DEGRADATION OF FATS OILS AND GREASES IN WASTEWATER FROM CAFETERIA GREASE TRAPS. *European Journal of Sustainable Development*, 6(2). <https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n2p181>

Livingston, M., Christiansen, J., Calhoun, J., Leder, J., De Los, F. L., & Iii, R. (2007). *Characterization of Restaurant Gravity Grease Interceptors and the Impact of Bioaugmentation on Performance*.

López Vázquez, C. M., Buitrón Méndez, G., García, H. A., & Cervantes Carrillo, F. J. (2017). Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño. In *Water Intelligence Online* (Vol. 16). <https://doi.org/10.2166/9781780409146>

Manrique, E. (2017). “Determinacion y comparacion de los valores de los parametros de los efluentes de aguas residuales de restaurantes con los VMA, segun norma vigente, Arequipa - 2017.” *Multiciencias*.

Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 20(1). <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>

Matínez Bencardino, C. (2012). Estadística básica aplicada. In *Eco*.

Mattsson, J., Hedström, A., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2014). Fat, Oil, and Grease Accumulation in Sewer Systems: Comprehensive Survey of Experiences of Scandinavian Municipalities. *Journal of Environmental Engineering*, 140(3). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ee.1943-7870.0000813](https://doi.org/10.1061/(asce)ee.1943-7870.0000813)

Mendoza, C. y Párraga, A. (2021). *Evaluación de tres tipos humedales artificiales (ornamental, forrajero, alimenticio) como depurador de aguas residuales grises en el bosque de la ESPAM*

- [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Digital ESPAM. <http://190.15.136.145/handle/42000/1448>
- Menéndez, C., & Dueñas, J. (2018). Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales desde una visión no convencional The Biological processes of wastewater treatment from a non-conventional vision. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXXIX(3).
- Metcalf y Eddy. (1995). *Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización, Volumen 1, 3ra Edición*. McGraw-Hill.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales: guía*. Ministerio del Medio Ambiente. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18911>
- MinVivienda. (2021). Título J. alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural. In *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*.
- Morant, J. (2017). ANÁLISIS DE LAS FRACCIONES DE DQO EN LAS AGUAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR). In *Universitas Nusantara PGRI Kediri* (Vol. 01).
- MVDT. (2010). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: TÍTULO J. Alternativas tecnológicas en Agua y Saneamiento para el sector Rural. In *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable*.
- ONU-Hábitat y OMS, (2021). Progresos en el tratamiento de las aguas residuales. Estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1 de los ODS. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) y Organización Mundial de la Salud (OMS). https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/10/sdg6_indicator_report_631_progress-on-wastewater-treatment_2021_es.pdf
- OPS, & CEPIS. (2003). *Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa*.
- Palmer Cantillo, S., & Corpus, W. (2018). Diseño e implementación de un filtro para tratamiento de aguas grises en la aplicación de un sistema de riego para una huerta casera en San Andrés Islas, Colombia. *LOGINN Investigación Científica y Tecnológica*, 2(1). <https://doi.org/10.23850/25907441.1662>

Peira, Á. G. (2014). Aplicación de la oxidación avanzada en la desinfección de aguas residuales. *Applying Advanced Oxidation in Wastewater Disinfection.*, 35(3).

Porras, L., & Silva, A. (2022). *Evaluación del tratamiento de aguas residuales de un restaurante, con un filtro de macrófitas en flotación a escala laboratorio.*
<https://hdl.handle.net/10901/23675>

Posada, G. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos.*
<https://www.funlam.edu.co/modules/fondoeditorial/item.php?itemid=120>

Puente Moreno, O. (2015). *Al otro lado del río: Situaciones socio ambientales en la vereda La Vorágine, corregimiento de Pance, zona rural del municipio de Cali.*
<https://doi.org/10.2307/j.ctvckq8kz>

Rojas, J., Mora, J., Herrera, P., & Arias, V. (2022). Waste management: A study on generating organic fertilizer from oil and grease trap systems. *Uniciencia*, 36(1).
<https://doi.org/10.15359/RU.36-1.1>

Ruggieri, L., Artola, A., Gea, T., & Sánchez, A. (2008). Biodegradation of animal fats in a co-composting process with wastewater sludge. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 62(3). <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2008.02.004>

Saltos, A. (2017). *Estudio de un sistema de trampas de grasa en la empresa de catering “Los Almendros” y su incidencia en el cuidado del medio ambiente.* UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES UNIANDES.

Sánchez, J. (2011). *EL USO DE TRAMPAS DE GRASA PARA DISMINUIR LA CARGA CONTAMINANTE DE GRASAS Y ACEITES EMITIDA A LA RED.*
<https://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/25082>

Secretaría de Ambiente de Bogotá. (2023). *Manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites .*

Sultana, N., Roddick, F., Gao, L., Guo, M., & Pramanik, B. K. (2022). Understanding the properties of fat, oil, and grease and their removal using grease interceptors. In *Water Research* (Vol. 225). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119141>

- Sultana, N., Roddick, F., Jefferson, B., Gao, L., Bergmann, D., Papalois, J., Guo, M., Tzimourtas, K., & Pramanik, B. K. (2024). Effectiveness of grease interceptors in food service establishments for controlling fat, oil and grease deposition in the sewer system. *Science of the Total Environment*, 912. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169441>
- Tang, L. Y., Wong, N. H., Chieng, T. A., Kiu, A. K. J., Choo, C. S., Li, Y., Tan, C. P., Yaser, A. Z., Khaerudini, D. S., Chen, G. H., & Sunarso, J. (2024). Physicochemical characteristics of grease-trap wastewater with different potential mechanisms of FOG solid formation, separation, and accumulation inside grease traps. *Water Research*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121607>
- Tu, Q., & McDonnell, B. E. (2016). Monte Carlo analysis of life cycle energy consumption and greenhouse gas (GHG) emission for biodiesel production from trap grease. *Journal of Cleaner Production*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.028>
- Tu, Q., Wang, J., Lu, M., Chai, M., & Lu, T. (2012). Feasibility and practices of making biodiesel out of low-quality greases. *EM: Air and Waste Management Association's Magazine for Environmental Managers*, JANUARY.
- Tuesta Julio. (2020). *Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de Moyobamba*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4189?mode=full>
- Vargas, O. y Turca, J. (2016). *Comportamiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica en un biorreactor de lecho móvil alimentado con agua residual doméstica, con la variación del volumen del lecho* [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. Repositorio Universidad de La Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/350
- Vizcardo, Y. (2019). *DESARROLLO DE UN PROGRAMA INTEGRAL DE DISMINUCIÓN DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES EN AGUAS RESIDUALES DE ESTABLECIMIENTOS DE COMIDA EN UN CENTRO COMERCIAL DE LIMA*. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/4947709b-684a-4f33-bd8b-ef0fc5b6b2db>
- Wallace, T., Gibbons, D., O'Dwyer, M., & Curran, T. P. (2017). International evolution of fat, oil and grease (FOG) waste management – A review. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 187). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.003>

- Wang, L., Zhou, Q., & Chua, H. (2005). Evaluation of a novel integrated bioreactor-AOS system for treating oil-containing restaurant wastewater on site in Hong Kong. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 40(1). <https://doi.org/10.1081/ESE-200038539>
- Wilkinson, K., Beardsell, D., Tee, E., Hood, V., Hepworth, G., & Hudson, C. (2009). Effect of Maturation of Grease Trap Compost On Plant Growth. *Compost Science and Utilization*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/1065657X.2009.10702398>
- Williams, J. B., Clarkson, C., Mant, C., Drinkwater, A., & May, E. (2012). Fat, oil and grease deposits in sewers: Characterisation of deposits and formation mechanisms. *Water Research*, 46(19). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.09.002>
- Yau, Y. H., Rudolph, V., Lo, C. C. man, & Wu, K. C. (2021). Restaurant oil and grease management in Hong Kong. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(30). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2474-4>
- Zhao, K., Xu, R., Zhang, Y., Tang, H., Zhou, C., Cao, A., Zhao, G., & Guo, H. (2017). Development of a novel compound microbial agent for degradation of kitchen waste. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48(3). <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.12.011>

12 ANEXOS

Anexo 1. Folleto informativo sobre la actividad



FOLLETO INFORMATIVO SOBRE TRABAJO DE GRADO

Somos María Camila Castillo y
Oscar Vanegas estudiantes de
novenno semestre de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental de la
Universidad del Valle

Nuestro objetivo principal
es analizar el
funcionamiento de su
trampa de grasa

ETAPAS



**SELECCIONAREMOS LOS
ESTABLECIMIENTOS QUE
ESTÉN DISPUESTOS A
TRABAJAR**



**REALIZAREMOS VISITAS
DE SEGUIMIENTO PARA
SU TRAMPA DE GRASA**



**SUGERIREMOS
RECOMENDACIONES PARA
OPTIMIZAR EL
FUNCIONAMIENTO DE SU
TRAMPA DE GRASA**



**ESTE TRABAJO
TIENE FINALIDAD
UNICAMENTE ACADÉMICA,
ESPERAMOS SU PARTICIPACIÓN**

¡MUCHAS GRACIAS!



Anexo 2. Encuesta enviada a expertos.



Universidad del Valle

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**

ENCUESTA PARA EL TRABAJO DE GRADO

Evaluación del funcionamiento de las trampas de grasa en la vereda La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali-Colombia.

María Camila Castillo Peña – maria.castillo.pena@correounivalle.edu.co

Oscar Armando Vanegas Ortiz – vanegas.oscar@correounivalle.edu.co

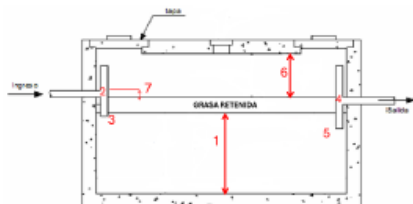
Mayo de 2024

CONTEXTO: La siguiente encuesta tiene como finalidad principal conocer la opinión desde la fundamentación técnica de diferentes profesionales con conocimiento de ingeniería sanitaria y ambiental, frente al diseño de trampas de grasa, con la cual podamos posteriormente generar la evaluación respecto al funcionamiento adecuado de los sistemas pertenecientes a la comunidad de La Vorágine.

El encuestado asignará un porcentaje entre 0 a 100 a los diferentes criterios de diseño, ubicados en la tabla anexa a continuación, según crea su relevancia para que el sistema funcione adecuadamente; se aclara que porcentajes bajos representan una menor importancia, de lo contrario, porcentajes altos concluyen en mayor importancia. La suma total entre los valores asignados para cada uno de los parámetros debe ser 100%.

Los diferentes parámetros colocados en la encuesta fueron tomados desde la base de las recomendaciones del Reglamento Técnico Del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, título J, el cual especifica las alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural reglamentado en el año 2021.

Finalmente, la figura a continuación contiene demarcados la ubicación de los criterios representados en la tabla.



NOMBRE ENCUESTADO:

PROFESIÓN:

CRITERIO	VALOR ASIGNADO [%]	VALOR RECOMENDADO DE CRITERIO
Tiempo de retención hidráulico		
Relación largo-ancho		
Profundidad mínima (1): Altura útil de la lámina de agua		
Accesorio de entrada (2)		
Tubería de extensión en la entrada (3)		
Accesorio de salida (4)		
Tubería de extensión en la salida (5)		
Borde libre (6)		
Diferencia entre la entrada y la salida (7)		
SUMA TOTAL	100 %	-

**Nota: la última columna hace referencia al criterio recomendado por usted según la experiencia como profesional.*

**Los accesorios tanto de entrada como de salida se determinan como codo de 90° o Tee.*

Anexo 3. Planilla de registro de datos

PLANILLA DE REGISTRO

DATOS TRABAJO DE GRADO SOBRE TRAMPAS DE GRASA – LA VORÁGINE

ESTUDIANTES: OSCAR VANEGAS Y CAMILA CASTILLO

PROGRAMA: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

FECHA DE DATOS: (día / mes / año)

No. Usuario	Masa húmeda [kg] (dd/mm/aa)	Masa seca [kg] (dd/mm/aa)	TEMPERATURA [°C]	pH	OXÍGENO DISUELTO [mg/L] – [%]	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA [µS/cm]	POTENCIAL REDOX [mV]



Anexo 4. Encuesta realizada a los usuarios para caracterización de actividades O&M



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

TRABAJO DE GRADO: Evaluación del funcionamiento de las trampas de grasa en la vereda La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali-Colombia.

ENCUESTA: USUARIO COMERCIAL

MÓDULO 1. INFORMACIÓN ACTIVIDADES DEL ESTABLECIMIENTO

- 1.1. Fecha y hora de encuesta
- 1.2. Número de usuario encuestado
- 1.3. Nombre de usuario encuestado
- 1.4. ¿Cuál es su papel dentro del establecimiento?
- 1.5. ¿Cuáles son sus días de funcionamiento?
 - Fines de semana y festivos (viernes, sábados y domingos)
 - Toda la semana (lunes a domingo)
 - Otros
- 1.6. ¿Qué tipo de venta realiza en su establecimiento?
 - Desayuno
 - Almuerzo
 - Cena
 - Fritanga
 - Comida empacada (Paquetes de papas, gaseosas, entre otros)
 - Otros
- 1.7. ¿Cuántos almuerzos vende en sus días de funcionamiento?
 - No vende almuerzos
 - 1-50
 - 51-100
 - 101-150
 - 151-200
 - Mayor a 200

MÓDULO 4. DISPOSICIÓN DE GRASA

- 4.1. ¿Cómo dispone finalmente de las grasas extraídas?
 - Disposición en el camión recolector de residuos sólidos
 - Depósito en el suelo
 - Tratamiento y/o aprovechamiento
 - Otros
- 4.2. ¿Cuál es el tiempo entre la extracción y la disposición de las grasas extraídas?
 - Lo realiza inmediatamente
 - Al siguiente día
 - 2-5 días
 - 5 días o más
- 4.3. ¿Alguna entidad vigila las actividades de mantenimiento?
 - Si, ¿cuál?
 - No
 - No sabe
- 4.4. ¿Qué entidad ha compartido alguna capacitación sobre su trampa de grasa?
 - CVC
 - ASOVORÁGINE
 - Otra
 - Ninguna
 - No sabe
- 4.5. ¿Conoce la ubicación y funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de La Vorágine?
 - Si
 - No, ¿Por qué?

ENCUESTA: USUARIO RESIDENCIAL

MÓDULO 1. INFORMACIÓN ACTIVIDADES DE LA RESIDENCIA

- 1.1. Fecha y hora de encuesta
- 1.2. Número de usuario encuestado
- 1.3. Nombre de usuario encuestado
- 1.4. ¿Cuál es su rol dentro de la vivienda?
- 1.5. ¿Cuántos habitantes residen en su hogar?
 - 1-2
 - 3-4
 - Más de 4 personas
- 1.6. ¿Cuántos residen durante el día?
 - 1-2
 - 3-4
 - Más de 4 personas
- 1.7. ¿Se cocinan alimentos todos los días en el hogar?
 - Si
 - No
- 1.8. ¿Cuántas veces al día cocina?
 - 1 a 2 veces
 - 3 veces
 - Más de 3 veces

MÓDULO 2. OPERACIÓN DE LA TRAMPA DE GRASA

- 2.1. ¿Cuenta con trampa de grasa?
- 2.2. ¿Con cuántas trampas de grasa cuenta el establecimiento?
- 2.3. ¿Dónde está/están ubicadas?
 - Cocina
 - Baño
 - Zona de mesa
 - Otro
- 2.4. ¿Desde hace cuánto tiempo dispone de la trampa de grasa?
 - Menos de 1 año
 - 1 a 5 años
 - 5 a 10 años
 - 10 a 15 años
 - Más de 15 años
- 2.6. ¿Qué dispositivos de agua se encuentran conectados a la trampa de grasa?
 - Lavamanos
 - Lavadero
 - Sanitario
 - No sabe
 - Otros
- 2.7. ¿Durante el uso de los anteriores elementos arroja algún tipo de residuo sólido?
 - Si - ¿Cuáles?
 - No

MÓDULO 3. MANTENIMIENTO DE LA TRAMPA DE GRASA

- 3.1. ¿Quién se encarga del mantenimiento de la trampa de grasa?
 - Dueño del establecimiento
 - Empleados
 - Trabajador externo
- 3.2. ¿Qué actividades le realiza a la trampa de grasa?
 - Chequeo de funcionamiento periódicamente
 - Solo realiza el mantenimiento a lo establecido
 - Ningún tipo de actividad
- 3.3. ¿Cada cuánto tiempo realiza el mantenimiento? Si lo realiza
 - 1 vez por semana
 - Cada 2 semanas
 - Cada mes
 - Entre 1 a 3 meses
 - Mayor a 3 meses
- 3.4. ¿Cree usted que es suficiente la frecuencia con la que la realiza? ¿Por qué?
 - Si
 - No
- 3.5. ¿Lleva algún control o seguimiento del mantenimiento?
 - Si
 - No, ¿Por qué?
- 3.6. Con qué herramientas realiza la extracción de las grasas
 - Nasa/colador
 - Pala
 - Balde
 - Con la mano
 - Otros
- 3.7. ¿Cómo realiza el mantenimiento?
- 3.8. Aproximadamente ¿qué cantidad retira de grasas?

MÓDULO 2. OPERACIÓN DE LA TRAMPA DE GRASA

- 2.1. ¿Cuenta con trampa de grasa?
- 2.2. ¿Con cuántas trampas de grasa cuenta el establecimiento?
- 2.3. ¿Dónde está/están ubicadas?
 - Cocina
 - Baño
 - Zona de mesa
 - Otro
- 2.4. ¿Desde hace cuánto tiempo dispone de la trampa de grasa?
 - Menos de 1 año
 - 1 a 5 años
 - 5 a 10 años
 - 10 a 15 años
 - Más de 15 años
- 2.6. ¿Qué dispositivos de agua se encuentran conectados a la trampa de grasa?
 - Lava manos
 - Lavadero
 - Sanitario
 - No sabe
 - Otros
- 2.7. ¿Durante el uso de los anteriores elementos arroja algún tipo de residuo sólido?
 - Si - ¿Cuáles?
 - No

MÓDULO 3. MANTENIMIENTO DE LA TRAMPA DE GRASA

- 3.1. ¿Quién se encarga del mantenimiento de la trampa de grasa?
 - Usuario entrevistado
 - La persona que esté en el momento
 - Ayuda de un vecino
 - Trabajador contratado
- 3.2. ¿Qué actividades le realiza a la trampa de grasa?
 - Chequeo de funcionamiento periódicamente
 - Solo realiza el mantenimiento a lo establecido
 - Ningún tipo de actividad
- 3.3. ¿Cada cuánto tiempo realiza el mantenimiento? Si lo realiza
 - Cada mes
 - Entre 1 a 3 meses
 - Mayor a 3 meses
 - No realizo mantenimiento, si es así ¿Por qué?
- 3.4. ¿Cree usted que es suficiente la frecuencia con la que la realiza? ¿Por qué?
 - Si
 - No
 - No realiza
- 3.5. ¿Lleva algún control o seguimiento del mantenimiento?
 - Si
 - No, ¿Por qué? ____
- 3.6. Con qué herramientas realiza la extracción de las grasas
 - Nasa/colador
 - Pala
 - Balde
 - Con la mano
 - Otros
 - No realizo mantenimiento
- 3.7. ¿Cómo realiza el mantenimiento?
- 3.8. Aproximadamente ¿qué cantidad retira de grasas?

MÓDULO 4. DISPOSICIÓN DE GRASAS

- 4.1. ¿Cómo dispone finalmente de las grasas extraídas?
- Disposición en el camión recolector de residuos sólidos
 - Deposition en el suelo
 - Tratamiento y/o aprovechamiento
 - Otros
- 4.2. ¿Cuál es el tiempo entre la extracción y la disposición de las grasas extraídas?
- Lo realiza inmediatamente
 - Al siguiente día
 - 2-5 días
 - 5 días o más
- 4.3. ¿Alguna entidad vigila las actividades de mantenimiento?
- Si ¿cuál?
 - No
 - No sabe
- 4.4. ¿Qué entidad ha compartido alguna capacitación sobre su trampa de grasa?
- CVC
 - ASOVORÁGINE
 - Otra
 - Ninguna
 - No sabe
- 4.5. ¿Conoce la ubicación y funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de La Vorágine?
- Si
 - No, ¿Por qué?

ENCUESTA: USUARIO TURÍSTICO

MÓDULO 1. INFORMACIÓN ACTIVIDADES DEL ESTABLECIMIENTO

- 1.1. Fecha y hora de encuesta
- 1.2. Número de usuario encuestado
- 1.3. Nombre de usuario encuestado
- 1.4. ¿Cuál es su papel dentro del establecimiento?
- 1.5. ¿Cuáles son sus días de funcionamiento?
- Fines de semana y festivos (viernes, sábados y domingos)
 - Toda la semana (lunes a domingo)
 - Otros
- 1.6. ¿Qué tipo de servicios ofrecen en el establecimiento?
- Piscina
 - Restaurante
 - Hospedaje
 - Discoteca
 - Otro
- 1.7. ¿Qué tipo de venta realiza en el establecimiento?
- Desayuno
 - Almuerzo
 - Cena
 - Fritanga
 - Comida empacada (Paquetes de papas, gaseosas, entre otros)
 - Otros
- 1.8. ¿Cuántos almuerzos vende en sus días de funcionamiento?
- No vende almuerzos
 - 1-100
 - 101-300
 - 301-500
 - 501-1000
 - Mayor a 1000

MÓDULO 4. DISPOSICIÓN DE GRASAS

- 4.1. ¿Cómo dispone finalmente de las grasas extraídas?
- Disposición en el camión recolector de residuos sólidos
 - Deposition en el suelo
 - Tratamiento y/o aprovechamiento
 - Otros
- 4.2. ¿Cuál es el tiempo entre la extracción y la disposición de las grasas extraídas?
- Lo realiza inmediatamente
 - Al siguiente día
 - 2-5 días
 - 5 días o más
- 4.3. ¿Alguna entidad vigila las actividades de mantenimiento?
- Si ¿cuál?
 - No
 - No sabe
- 4.4. ¿Qué entidad ha compartido alguna capacitación sobre su trampa de grasa?
- CVC
 - ASOVORÁGINE
 - Otra
 - Ninguna
 - No sabe
- 4.5. ¿Conoce la ubicación y funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de La Vorágine?
- Si
 - No, ¿Por qué?

MÓDULO 5. IMPACTOS

MÓDULO 5 REALIZADO A LAS TRES CATEGORÍAS ANTERIORES

- 5.1. Las trampas de grasa influyen en el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de La Vorágine
- Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo
- 5.2. Las grasas y aceites representan un peligro respecto a la contaminación de ríos, lagos, lagunas, entre otros.
- Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo
- 5.4. La incorrecta disposición de las grasas y aceites genera afectaciones para la salud humana, entre ellos, olores desagradables, problemas de roedores y cucarachas
- Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo
- 5.5. Las grasas y aceites generan obstrucciones en las tuberías del sistema de alcantarillado
- Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo

MÓDULO 2. OPERACIÓN DE LA TRAMPA DE GRASA

- 2.1. ¿Cuenta con trampa de grasa?
- 2.2. ¿Con cuántas trampas de grasa cuenta el establecimiento?
- 2.3. ¿Dónde está/están ubicadas?
- Cocina
 - Baño
 - Zona de mesa
 - Otro
- 2.4. ¿Desde hace cuánto tiempo dispone de la trampa de grasa?
- Menos de 1 año
 - 1 a 5 años
 - 5 a 10 años
 - 10 a 15 años
 - Más de 15 años
- 2.6. ¿Qué dispositivos de agua se encuentran conectados a la trampa de grasa?
- Lava manos
 - Lavadero
 - Sanitario
 - No sabe
 - Otros
- 2.7. ¿Durante el uso de los anteriores elementos arroja algún tipo de residuo sólido?
- Si - ¿Cuáles?
 - No

MÓDULO 3. MANTENIMIENTO DE LA TRAMPA DE GRASA

- 3.1. ¿Quién se encarga del mantenimiento de la trampa de grasa?
- Dueño del establecimiento
 - Empleados
 - Trabajador externo
- 3.2. ¿Qué actividades le realiza a la trampa de grasa?
- Chequeo de funcionamiento periódicamente
 - Solo realiza el manteniendo a lo establecido
 - Ningún tipo de actividad
- 3.3. ¿Cada cuánto tiempo realiza el mantenimiento? Si lo realiza
- 1 vez por semana
 - Cada 2 semanas
 - Cada mes
 - Entre 1 a 3 meses
 - Mayor a 3 meses
- 3.7. ¿Cree usted que es suficiente la frecuencia con la que la realiza? ¿Por qué?
- Si
 - No
- 3.8. ¿Lleva algún control o seguimiento del mantenimiento?
- Si
 - No, ¿Por qué?
- 3.9. Con qué herramientas realiza la extracción de las grasas
- Nasa/colador
 - Pala
 - Balde
 - Con la mano
 - Otros
- 3.7. ¿Cómo realiza el mantenimiento?
- 3.8. Aproximadamente ¿qué cantidad retira de grasas?

Anexo 5. Encuesta realizada al operario de ASOVORÁGINE E.S.P.



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Evaluación del funcionamiento de las trampas de grasa en la vereda La Vorágine,
zona rural de Santiago de Cali-Colombia.

ENCUESTA OPERARIO ASOVORÁGINE

1. CONTEXTO OPERARIO

- ¿Cuál es cargo dentro de ASOVORÁGINE?
- ¿Cuántos años lleva en servicio?
- ¿Cuáles son las actividades que realiza?
- ¿Hay una persona adicional que colabora en las actividades?
- ¿Se siente conforme con las actividades que realiza?
- ¿Cómo cree usted que es la gestión administrativa/financiera de ASOVORÁGINE?

2. OPERACIÓN SISTEMAS DE TRAMPAS DE GRASA

- ¿Conoce el funcionamiento de las trampas de grasas?
- ¿Hace cuanto se empezaron a implementar las trampas de grasas?
- ¿Por qué se empezaron a implementar?
- ¿Existe alguna normativa que exija la obligatoriedad de las trampas de grasa para los usuarios?
- ¿Asovorágine realiza regulación frente a la implementación de trampas de grasas a los usuarios que lo requieran?
- ¿Considera que los sistemas de trampa de grasa son eficientes? ¿el diseño es adecuado?
- ¿Cuenta con un número actualizado de usuarios que presenta trampas de grasas?
- ¿Existe algún formato de registro en donde estén datos como parámetros de diseño y dimensiones de los usuarios?
- ¿Realizan algún control frente a la frecuencia de mantenimiento por parte de los usuarios?
- ¿Asovorágine ha dado recomendaciones de mantenimiento de los sistemas?
 - ¿Considera que los usuarios siguen las recomendaciones de mantenimiento?
- ¿Cuáles considera que son las principales fallencias de los sistemas de trampa de grasa?
- ¿Se ha presentado algún problema producto a las grasas y aceites?

3. FUNCIONAMIENTO TANQUES SÉPTICOS

- ¿Cuál es el volumen de cada uno de los tanques?
- ¿En qué año se construyeron los tanques?
- ¿Cuáles las dimensiones de los tanques?
- ¿Cuál es el número de usuarios que drenan al sistema?

- ¿Cuál es el efecto de las trampas de grasas en la PTAR?
- ¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento/extracción de flotantes/grasas?
- ¿Qué finalidad tiene el uso de tanques sépticos, qué tipo de materiales se retiene?
- ¿Qué cantidad aproximada de grasa se retira?
- ¿Existe algún registro o lleva algún control?
- ¿Ha percibido un aumento en la cantidad de flotantes que retira?
- Al momento de retirar los flotantes dentro del tanque séptico, ¿qué se aprecia en la extracción?
- ¿Por qué considera que llegan los anteriores flotantes al sistema de tratamiento?
- ¿Qué porcentaje considera que son de grasas?
- ¿Qué se debería hacer para mejorar para disminuir las espumas o flotantes?
- ¿Cuál es la disposición final que le da a los flotantes extraídos?
- ¿Adiciona algún tipo de compuesto para estabilizar o degradar los flotantes?

Anexo 6. Material presentado ante la comunidad en el taller



TALLER: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS TRAMPA DE GRASAS, LA VORÁGINE

MARÍA CAMILA CASTILLO PEÑA
OSCAR ARMANDO VANEGAS ORTIZ

ESTUDIANTES DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



CONTENIDO DEL TALLER



CONTEXTUALIZACIÓN:
TRAMPAS DE GRASA

BALANCE GENERAL:
INFORMACIÓN
ENCONTRADA

OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO:
RECOMENDACIONES

DISPOSICIÓN Y/O
APROVECHAMIENTO:
INFORMACIÓN

SOCIALIZACIÓN

OBJETIVOS

SOCIALIZACIÓN DE LOS
RESULTADOS
OBTENIDOS

INFORMAR A LA POBLACIÓN DE
LA IMPORTANCIA DE SUS
SISTEMAS

GENERAR
RECOMENDACIONES
GENERALES A LOS SISTEMAS

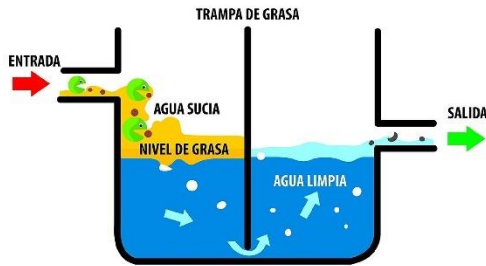


CONTEXTUALIZACIÓN

TRAMPA DE GRASAS



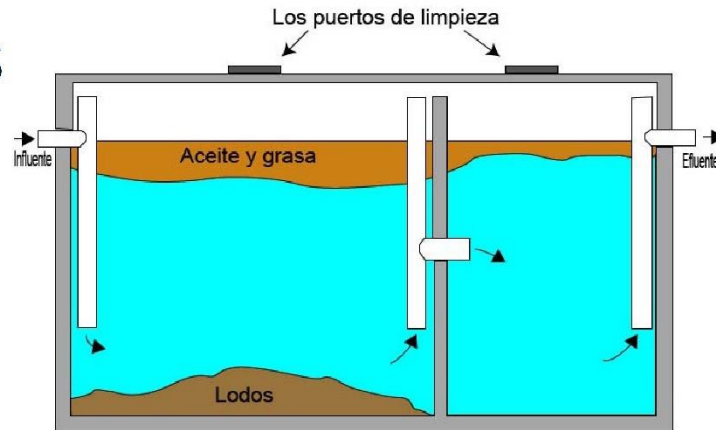
¿QUÉ ES UNA TRAMPA DE GRASA?



FUENTE: BIOSOLUCIONES, 2017

ES UN TANQUE QUE SE CONOCE TAMBIÉN COMO INTERCEPTOR, EL CUAL TIENE COMO FUNCIÓN PRINCIPAL REMOVER GRASAS Y ACEITES, PARA NO AFECTAR LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO POSTERIORES.

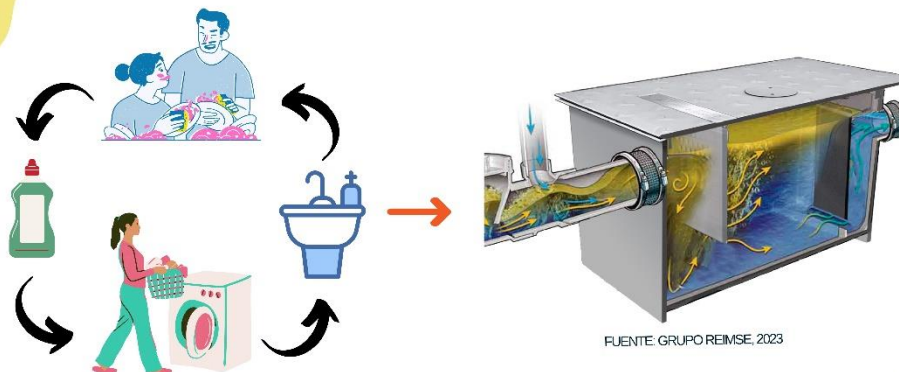
¿CUÁLES SON LAS PARTES DE UNA TRAMPA DE GRASA?



INTERCEPTOR DE GRASA

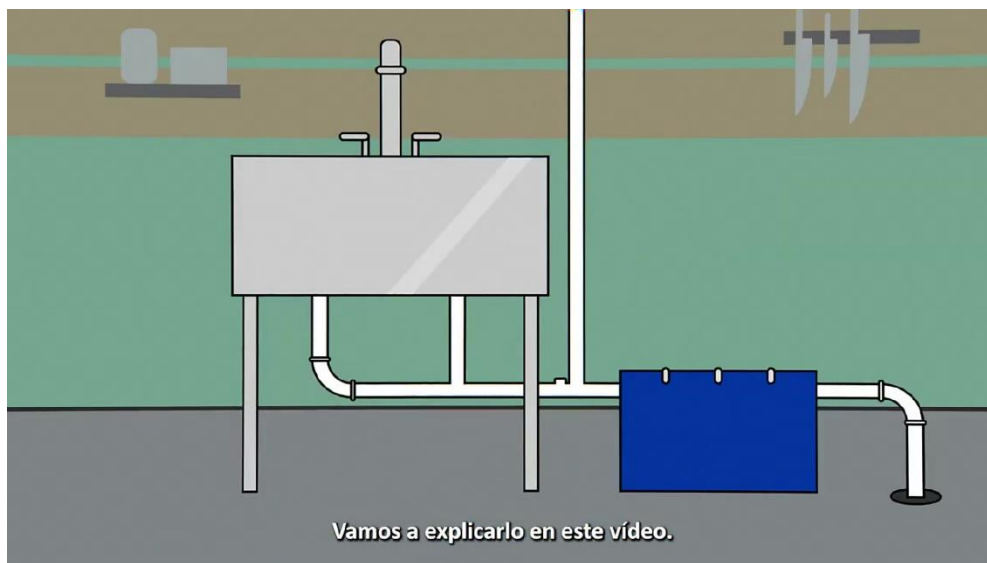
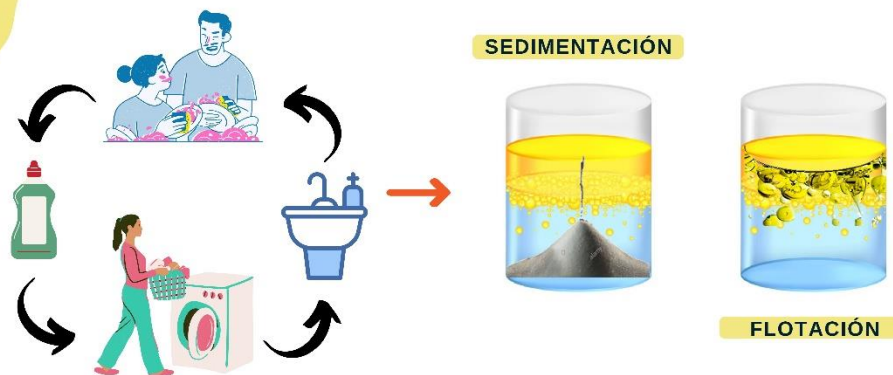
FUENTE: BODYNE, 2023

¿CÓMO ES EL FUNCIONAMIENTO?



FUENTE: GRUPO REIMSE, 2023

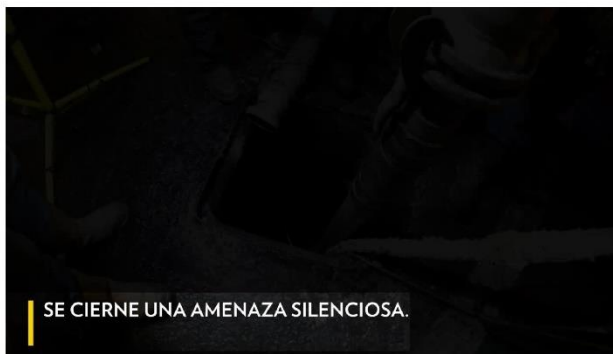
¿CÓMO ES EL FUNCIONAMIENTO?



¿POR QUÉ SON IMPORTANTES?

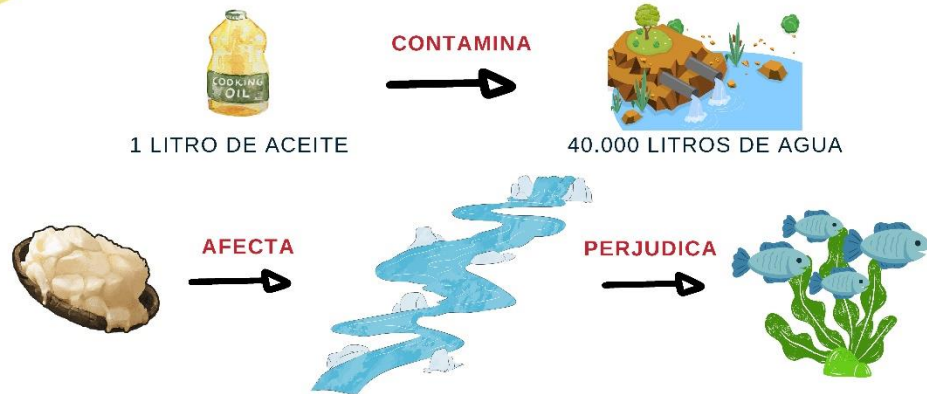


EVITA OBSTRUCCIONES A LAS TUBERÍAS QUE CONDUCEN LAS AGUAS QUE SE DIRIGEN AL SISTEMA DE TRATAMIENTO



¿POR QUÉ SON IMPORTANTES?

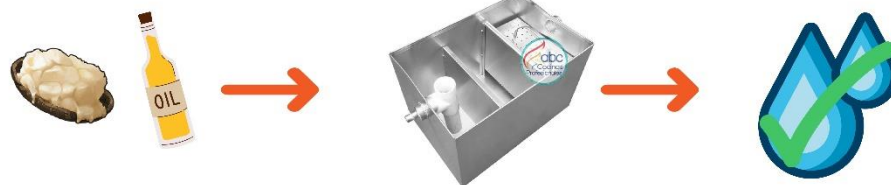
REDUCE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA



¿POR QUÉ SON IMPORTANTES?

DISMINUYE LA CANTIDAD DE GRASAS Y ACEITES QUE LLEGAN A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

ESTA FUNCIÓN ES LA MÁS IMPORTANTE PORQUE EVITA LA DISMINUCIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO



¿QUÉ RETIENE ESTE SISTEMA?

RETIENE

ACEITE, GRASAS Y JABÓN

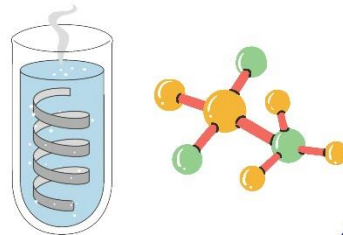


RESTOS DE COMIDA Y SEDIMENTOS



NO RETIENE

COMPUESTOS O SUSTANCIAS DISUELTAS



NORMATIVIDAD

DECRETO 3075 DE 1997

ARTÍCULO 9
LAS TRAMPAS DE GRASAS SE DEBEN
INSTALAR SI SON REQUERIDAS Y
ESTAS DEBEN ESTAR DISEÑADAS DE
FORMA QUE SE PERMITA SU LIMPIEZA

RESOLUCIÓN 0799
DE 2021 - RAS

ARTÍCULO 172
SE DEBE PLANIFICAR SISTEMAS DE
REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES
PARA PROTEGER LOS TRATAMIENTOS
SIGUIENTES

DECRETO 0631 DE 2015

ARTÍCULO 8
ESTABLECE LOS VALORES LÍMITES
MÁXIMOS PERMITIDOS DE GRASAS,
ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS EN LOS
VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES
NO DOMÉSTICAS (ARND) A CUERPOS
DE AGUAS SUPERFICIALES

BALANCE GENERAL

INFORMACIÓN ENCONTRADA



SE VISITARON UN TOTAL DE
20 USUARIOS

4

VISITAS POR
CADA UNO



14 COMERCIALES

3 TURÍSTICOS



3 RESIDENCIALES

¿QUÉ HICIMOS?

1

EXTRAÍMOS LA GRASA PARA
CONOCER CUAL ERA LA
PRODUCCIÓN Y RETENCIÓN
DENTRO DEL SISTEMA



2

MEDIMOS ALGUNOS
PARÁMETROS PARA
CONOCER LA CALIDAD
DEL AGUA EN EL SISTEMA



3

REALIZAMOS OBSERVACIONES
FRENTE AL SISTEMA DE
TRAMPA DE GRASA

4

CONOCIMOS LAS
LABORES DE OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO HACIA
EL SISTEMA

¿QUÉ ENCONTRAMOS?

1

PRODUCCIÓN
DE GRASAS

COMERCIALES

MAYORES
PRODUCTORES



TURÍSTICOS

MEDIANOS
PRODUCTORES



RESIDENCIALES

MENORES
PRODUCTORES



¿QUÉ ENCONTRAMOS?

2

MEDICIÓN DE
PARÁMETROS

DEMANDA
QUÍMICA DE
OXÍGENO-DQO

¿QUÉ ES?

SE UTILIZA PARA MEDIR EL
GRADO DE CONTAMINACIÓN,
PRESENTA INDIRECTAMENTE
LA CANTIDAD DE MATERIA
ORGÁNICA EN UNA MUESTRA

EN GENERAL SE
APRECIO VALORES
ALTOS DE DQO
>500 MG/L

INDICANDO

UN AGUA MUY
CONTAMINADA



¿QUÉ ENCONTRAMOS?

3

OBSERVACIONES AL SISTEMA

- Profundidad mínima de 35 cm
- La entrada debe ser con un codo y la salida con una tee
- La entrada debe extenderse 15 cm por debajo del nivel del agua
- La tubería de salida debe extenderse entre 7,5 a 15 cm del fondo
- El espacio entre el nivel de agua y la tapa debe ser como mínimo 30 centímetros

← SEGÚN EL RAS SE DEBE CUMPLIR



EL RAS ES EL REGLAMENTO QUE SE DEBE TENER EN CUENTA AL MOMENTO DE DISEÑAR UNA TRAMPA DE GRASA

¿QUÉ ENCONTRAMOS?

SE TRABAJARON SOBRE UN TOTAL DE 26 TRAMPAS DE GRASAS



COMPARANDO CON EL RAS



3

OBSERVACIONES AL SISTEMA

PROFUNDIDAD MÍNIMA	→	9 NO CUMPLEN
ACCESORIOS DE ENTRADA	→	20 NO CUMPLEN
ACCESORIOS DE SALIDA	→	13 NO CUMPLEN
EXTENSIÓN DE ENTRADA	→	25 NO CUMPLEN
EXTENSIÓN DE SALIDA	→	20 NO CUMPLEN
DIFERENCIA DE ENTRADA Y SALIDA	→	3 NO CUMPLEN
BORDE LIBRE	→	14 NO CUMPLEN

¿QUÉ ENCONTRAMOS?

15 USUARIOS GENERAN ACTIVIDADES REPRESENTATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE GRASAS →

VENTA DE ALMUERZOS, DESAYUNOS O FRITANGA

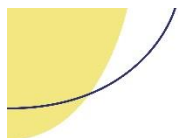
4

LABORES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

↓
POR LO GENERAL SE CUENTA CON AL MENOS UN SISTEMA EN LOS USUARIOS ESTUDIADOS

↓
13 USUARIOS PRESENTAN MÁS DE 15 AÑOS DE ANTIGÜEDAD EN LOS SISTEMAS





¿QUÉ ENCONTRAMOS?

14 USUARIOS REALIZAN EL MANTENIMIENTO EN EL TIEMPO ESTIPULADO Y NO REVISAN EL SISTEMA PERIÓDICAMENTE



4

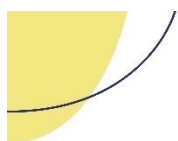
LABORES DE
OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO

LA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO SE LOGRA
DIVIDIR ASÍ:

- **USUARIOS GRANDES:** MENOR A 1 MES
- **USUARIOS MEDIANOS:** ENTRE 1 A 3 MESES
- **USUARIOS PEQUEÑOS:** MÁS DE 3 MESES

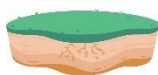


13 DE LOS USUARIOS NO LLEVAN UN CONTROL O REGISTRO DE LAS FECHAS DE MANTENIMIENTO



¿QUÉ ENCONTRAMOS?

LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS GRASAS Y ACEITES DE 15 USUARIOS, SON DIRIGIDAS AL SUELO O AL CAMIÓN RECOLECTOR DE RESIDUOS



4

LABORES DE
OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO

17 USUARIOS RESALTAN QUE NO RECIBEN NINGÚN TIPO DE REGULACIÓN, NI CAPACITACIONES FRENTE AL USO DE LAS TRAMPAS DE GRASAS



AL MENOS 16 DE LOS USUARIOS CONSIDERAN QUE LAS TRAMPAS DE GRASAS INFLUYEN EN LA PTAR Y GENERAN DIVERSOS IMPACTOS EN RÍOS, SUELO, SALUD Y OBSTRUCCIÓN DE TUBERÍAS

¿QUÉ PIENSA ACERCA DE...?

- ¿Cuál es su opinión frente a los resultados obtenidos? ¿Esperaba que se encontraran fallencias en los sistemas?
- ¿Debería hacerse algo al respecto?



ANTES DEL SIGUIENTE ÍTEM...

- ¿Qué actividades considera que se le deben realizar a una trampa de grasa?

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

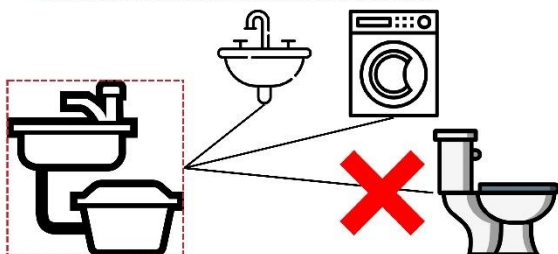
RECOMENDACIONES



OPERACIÓN DE LAS TRAMPAS DE GRASA

Por ningún motivo deberán ingresar aguas residuales provenientes de los servicios higiénicos.

Evitar condiciones de turbulencia en la entrada del agua



Los residuos de alimentos no se deben descargar a la trampa de grasa.

Accesorios correctamente ubicados para permitir el adecuado funcionamiento del sistema



OPTIMIZA ACCIONES DE MANTENIMIENTO EN LA PTAR (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES)

MITIGA EL RIESGO DE
TAPONAMIENTO DE LAS
TUBERÍAS

PREVIENE LA GENERACIÓN
DE MALOS OLORES

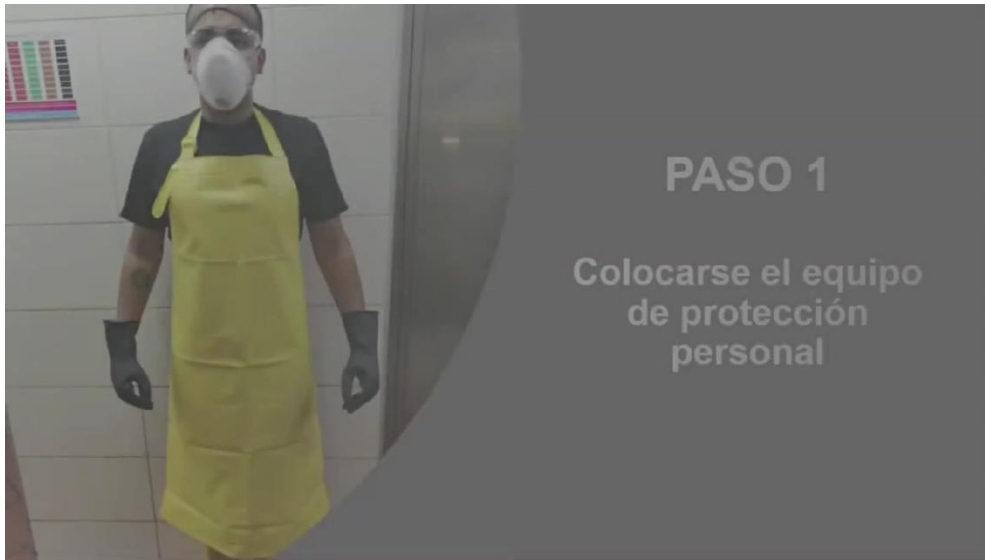
IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO



CONTRIBUCIÓN AL
SANEAMIENTO
AMBIENTAL DE LA
VORÁGINE

MANTENIMIENTO
FRECUENTE Y ADECUADO:
MENOS COMPLEJIDAD

EVITA LA PROLIFERACIÓN
DE INSECTOS Y ROEDORES



PASO 1

Colocarse el equipo
de protección
personal

RECOMENDACIONES: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

FRECUENCIA

Es necesario tener en cuenta la producción de almuerzos respectivos al establecimiento que permitan estimar el grado de llegada de grasa al sistema.

SUGERENCIA

- REVISIÓN Y/O LIMPIEZA MÍNIMO UNA VEZ POR SEMANA
- LLEVAR UN REGISTRO DE MANTENIMIENTO
- REALIZAR EL VACIADO COMPLETO DEL SISTEMA CON POCA FRECUENCIA (1 O 2 VECES EN EL AÑO, dependiendo de la necesidad)

RECOMENDACIONES: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA



PANTALLAS DEFLECTORAS

Los deflectores dentro de la trampa ralentizan la entrada de aguas residuales de los fregaderos de la cocina

Mayor tiempo del agua en el sistema



DISPOSICIÓN Y/O APROVECHAMIENTO

INFORMACIÓN



BIODIÉSEL



COMBUSTIBLE DE ORIGEN NATURAL QUE PERMITE SER MENOR CONTAMINANTE ATMOSFÉRICAMENTE

A TRAVÉS DE UN PROCESO QUÍMICO



COMPOSTAJE



A TRAVÉS DE PROCESOS MICROBIOLÓGICOS, EL COMPOSTAJE PUEDE LOGRAR CONVERTIR LOS RESIDUOS DE TRAMPA DE GEASA EN UN ENMIENDA PARA SUELOS

NO ES LO MISMO QUE ABONO



SE HACE POSIBLE

- MANEJANDO LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO
- AÑADIENDO OTRO TIPO DE NUTRIENTES DEPENDIENDO DE LAS PROPIEDADES INICIALES



COMPOSTAJE

ES DE VITAL IMPORTANCIA EN
ESTE PROCESO TENER EN
CUENTA VARIABLES COMO

- pH
- TEMPERATURA
- HUMEDAD
- TAMAÑO DE PARTÍCULAS
- POROSIDAD
- RELACIÓN C/N
- AIREACIÓN



Etapas del proceso de compostaje.



¿QUÉ SE DEBE TENER EN CUENTA PARA USAR RESIDUOS DE TRAMPAS DE GRASA EN COMPOSTAJE?

Según la literatura encontrada

- Parámetros iniciales de los residuos de trampa grasa (pH, % de humedad, concentración de grasa y aceites)
- Tipo de microorganismos capaces de degradar eficientemente dichos compuestos
- Tipo de sustrato: residuos de jardín, desechos orgánicos, estiércol, entre otros

¿CUÁNTO DE CADA UNO EN EL COMPOST?

¿SE AGREGAN INMEDIATAMENTE?



DISPOSICIÓN EN RELLENO SANITARIO

RECOMENDACIÓN DE MÉTODO DE SECADO: Para menor producción de grasa, comerciales pequeños y residenciales.



GRASA RETIRADA



ó

RECIPIENTE CON
ORIFICIOS QUE
SIRVA DE COLADOR



**DEBE IR AL
ALCANTARILLADO**

RECOMENDACIÓN DE MÉTODO DE SECADO: Para mayores productores de grasa, grandes comerciales y turísticos.

Mediante el uso de bolsas realizar la recolección de grasa, generar orificios en la parte inferior para el drenaje del agua.



DEBE IR AL ALCANTARILLADO

SOCIALIZACIÓN





MUCHAS GRACIAS



Anexo 7. Informe sobre el estado de las trampas de grasa entregado a ASOVORÁGINE E.S.P



INFORME DE RESULTADOS

ESTADO TRAMPAS DE GRASA
COMUNIDAD DE LA VORÁGINE

ESTUDIANTES DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DEL VALLE

MARIA CAMILA CASTILLO
OSCAR ARMANDO VANEGAS

22 DE JUNIO DE 2024



El presente informe es dirigido a ASOVORÁGINE E.S.P donde recopila la información principal de las condiciones de las trampas de grasa de la vereda La Vorágine, zonar rural de Santiago de Cali, en cuestión de parámetros de diseño, esto fue observado a través de la ejecución de las actividades de campo del trabajo de grado denominado "Evaluación del funcionamiento de las trampas de grasa en la vereda La Vorágine, zona rural de Santiago de Cali-Colombia" a cargo de los estudiantes Maria Camila Castillo y Oscar Vanegas del programa de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad del Valle. Los resultados anexados a continuación corresponden a lo observado entre junio y septiembre del 2023.

Para determinar los componentes faltantes y las fallas presentado en las diferentes trampas de grasas, se tuvo en cuentas las recomendaciones del RAS rural, este es un documento de diseño especial para este tipo de sistemas para el tratamiento de aguas residuales. Para ello, se tuvo en cuenta los siguientes parámetros, sin embargo, por la facilidad en intervenir los sistemas se enfoco en los componentes de fácil intercambio.

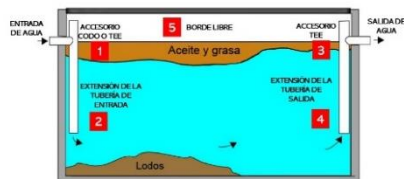
Parámetro	Recomendación	Explicación
Profundidad minima de la lámina de agua	Mayor a 35 centímetros	Es importante para tener el espacio suficiente y permite que el agua realice el recorrido suficiente
Accesorio de entrada	Debe ser un codo o una tee	Permite que el agua entre con menor turbulencia y tenga el recorrido suficiente
Extensión de tubería de entrada	Debe extenderse desde el accesorio hasta 15 cm por debajo del nivel del agua	
Accesorio de salida	Debe ser una tee	Permite inspeccionar como sale el agua al alcantarillado y el accesorio ayuda para facilidad en caso de obstrucciones
Extensión de tubería de salida	Debe extenderse desde el accesorio hasta 7.5 a 15 cm del fondo de la trampa de grasa	
Diferencia de altura entre la entrada y la salida	El nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá de ser mayor a 5 centímetros	Para garantizar que el agua se vaya al sistema de alcantarillado
Borde libre	El espacio disponible entre el nivel del agua y la tapa debe ser minimo de 30 centímetros	Permite la acumulación de grasas y gases generados
Relación largo:ancho	Debe estar entre 1:1 a 3:1	Para garantizar la hidráulica del sistema

DOCUMENTO ACADÉMICO

1



A continuación se presenta una imagen de representación de los componentes que se tuvieron más en cuenta al momento de evaluar, además, se tuvieron algunas características cualitativas observadas durante las visitas a los diferentes usuarios.



USUARIOS RESIDENCIALES

No. usuario: A

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El usuario reporta que no frecuenta la preparación de alimentos en el hogar, tampoco reside un tiempo significativo dentro del mismo. Dentro de las 4 visitas realizadas se encontró únicamente una cantidad baja de aceites flotando, así, encontrando que no influye en el aporte de grasas al sistema de alcantarillado.

Falencias encontradas:

- No se encuentra ubicado el accesorio de entrada, por ende, tampoco cuenta con extensión vertical en la tubería de entrada lo que genera una turbulencia modificando el proceso de flotación de grasas.



DOCUMENTO ACADÉMICO

2



No. Usuario: B

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: La residencia cuenta con un número significativo de personas residentes, sin embargo, no genera un aporte muy grande de grasas y aceites a la trampa de grasa por las actividades cotidianas generadas. Es un usuario que lleva un control del mantenimiento y mantiene muy al pendiente del sistema debido a malas experiencias anteriormente.

Falencias encontradas:

- La trampa de grasa no cuenta con el accesorio de salida adecuado para el sistema, presenta un codo.



No. Usuario: D

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: La residencia cuenta con una permanencia diaria en el hogar de 1 a 2 personas, donde preparan alimentos con una frecuencia de hasta 2 veces por día. Inicialmente por desconocimiento del usuario la trampa no contaba con un mantenimiento reciente, al menos 5 años atrás. A partir de la segunda visita de campo, la trampa ya no presentó acumulación de grasa significativa.

Falencias encontradas:

- La trampa de grasa no cuenta con el accesorio de entrada, la Tee de salida se encuentra con una abertura lo que provoca que al existir una capa superficial de grasa acumulada esta siga el recorrido hacia la tubería de salida del sistema y no exista retención. Adicionalmente, la trampa no presenta un borde libre necesario para el depósito de las grasas y aceites.

DOCUMENTO ACADÉMICO

3



USUARIOS COMERCIALES

No. Usuario: C

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Este usuario se encuentra clasificado como comercial, sin embargo, las actividades que llevan a cabo no generan una alta producción de grasa, debido que presentan un establecimiento tipo tienda que es más comparativo con un usuario residencial, ya que se cocina para las personas dentro del hogar.

Falencias encontradas:

- A pesar de no tener una alta influencia en el sistema de alcantarillado es importante que una vez se tenga el sistema contar con todos los componentes necesarios. Durante las visitas se pudo apreciar que las dos entradas de agua provenientes de la cocina y lavadero no presentaban los accesorios de entrada al sistema y, por ende, la extensión de la tubería necesaria.
- No cuenta con el accesorio de salida y la extensión de tubería lo que permite que todo lo que llegue, salga al sistema de alcantarillado.



- Se presenta una zona muerta debido a que la entrada no se encuentra opuesta a la salida, lo que puede generar menor acumulación de grasas.
- Durante algunas visitas se apreció la salida tapada completamente por el agua, lo que indica una posible obstrucción en la tubería que conduce al sistema de alcantarillado.



No. Usuario: F

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El restaurante cuenta con venta de almuerzos únicamente en fines de semana y entre semana se hace la preparación de alimentos para una familia de 3 a 4 personas. La trampa de grasa está alimentada por lavamanos, lavaplatos y lavadero.

Falencias encontradas:

- Una de las entradas a la trampa de grasa tiene una extensión horizontal innecesaria, la cual influye en el área superficial útil del sistema.
- La ubicación de la tubería de salida no está adecuada debido a la formación de cortos circuitos.
- Las entradas no cuentan con los accesorios pertinentes para evitar zonas de turbulencia en la flotación de las grasas, a la par, se hace inexistente las extensiones verticales de las tuberías.



No. Usuario: H

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Actualmente la actividad realizada en el establecimiento no representa una alta generación de grasas y aceites, sin embargo, por cambios de propietarios, los residentes comentan que no conocen sobre el sistema y al menos durante los últimos dos años no han realizado algún tipo de mantenimiento, lo que genera diversos problemas como lo son obstrucciones en las tuberías y mayor cantidad de grasas en el sistema de alcantarillado.

Falencias encontradas:

- En una de las entradas de agua no cuenta con el accesorio de entrada y la extensión de tubería, para ayudar que el agua entre en la dirección adecuada.
- No cuenta con la extensión en la tubería de salida, lo que puede permitir que se escape grasa hacia el sistema de alcantarillado
- Falta de mantenimiento necesario para garantizar el funcionamiento adecuado.



No. Usuario: E

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Principalmente la actividad que genera grasas y aceites es la venta de fritanga, sin embargo, según comentarios de los propietarios no es mucho la cantidad que se vende, pero dentro de las visitas realizadas se encontró grasa en pequeña proporción dentro del sistema.

Falencias encontradas:

- No cuenta con el accesorio y la extensión de la tubería de entrada.
- No presenta el accesorio y la tubería de salida.



No. Usuario: G

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Actualmente el usuario responsable no se encuentra residiendo en el lugar donde se realizó el trabajo de campo, por lo tanto, se deben tener en cuenta las nuevas condiciones de operación y mantenimiento que el residente posterior vaya a implementar. Sin embargo, durante el periodo de funcionamiento el restaurante se encargaba de la preparación de almuerzos, desayunos y comida frita.

Falencias encontradas:

- No cuenta con el borde libre adecuado
- A pesar de que se identifican dos tuberías afluentes se corroboró que esas corresponden netamente a agua residual proveniente de dos lavaplatos distintos, sin embargo, se requiere que se añadan los accesorios pertinentes y las debidas extensiones de tubería en entrada y salida.
- Por otro lado, se notó que el interior de la trampa tiene solidificadas pequeños residuos de grasa que se despegan constantemente. Lo que incita a realizar un mantenimiento más exigente y lograr tener el sistema en buena operación.





No. Usuario: I

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Es un usuario que cuenta con altas ventas de desayunos y almuerzos, por lo que genera una cantidad considerable de grasas, además, es un establecimiento que labora casi todos los días de semana.

Falencias encontradas:

- La profundidad mínima es muy poca, no llega a la mínima recomendada
- No cuenta con la extensión de la tubería de entrada y el lugar es muy elevado desde donde cae el agua, lo que provoca altas turbulencias antes de entrar al sistema
- La salida no es ubicada de la manera adecuada, además, no cuenta con el accesorio y la extensión de tubería, por lo que todo lo que entra a la trampa de grasas sale hacia el alcantarillado.
- El sistema no es considerado como trampa de grasa debido a que las condiciones de diseño no son las adecuadas, además, la ubicación entre la entrada y la salida no son acordes para un buen funcionamiento.



No. Usuario: K

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El establecimiento cuenta con una trampa de grasa ubicada en la entrada al lugar, con una longitud larga de tubería de descarga desde el lavaplatos hasta el sistema. Se realiza venta de almuerzos los 7 días de la semana, encontrando un aporte importante de grasas.

Falencias encontradas:

- La tubería de entrada cuenta con una extensión horizontal innecesaria muy cercana a la salida de la trampa de grasa, esta cercanía provoca que se generen zonas en donde el agua tendrá menor estadía (tiempo de retención) en el sistema y por ende una remoción precaria de las grasas.



- No cuenta con la extensión de tubería vertical en la entrada y tampoco a la salida, esto induce a que las grasas puedan irse al sistema de alcantarillado debido a que la Tee puesta queda justamente en la zona superficial de grasas; así como se observa en la imagen de la derecha.
- El borde libre medido se encuentra por debajo de lo recomendado, reduciendo la capacidad de la trampa para soportar caudales mayores al de diseño y a la par, capacidad de acumulación de grasa.



No. Usuario: L

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Este usuario cuenta con un establecimiento con amplia capacidad para atender usuarios, por lo que genera una alta venta de almuerzos y una cantidad representativa de producción de grasa, además, abren durante la mayoría de los días de la semana y cuentan con tres sistemas, dos ubicadas en la zona de la cocina y una en la parte de afuera del negocio.

Trampa de grasa 1.

Falencias encontradas:

- No cuenta con el accesorio de entrada y por ende la extensión de la tubería por debajo del nivel del agua
- El accesorio de salida junto con la extensión de tubería no esta presente en el sistema, ya que con el que cuenta se encuentra roto y se escapa todo lo que llega al sistema
- Las entradas de agua no se encuentran opuestas a la salida, por lo que puede presentarse zonas muertas dentro de la trampa de grasa.



Trampa de grasa 2.

Falencias encontradas:

- La trampa de grasa no cuenta con la profundidad mínima recomendada, sin embargo, se aprecia retención de grasas en las diferentes visitas
- No cuenta con la extensión de tubería tanto en la entrada como la salida.



Trampa de grasa 3.

Falencias encontradas:

- No se cuenta con los accesorios de entrada y la extensión de tubería.
- Falta el accesorio de salida y la extensión de tubería para evitar que se vaya la grasa del sistema.
- Se presenta una zona muerta debido a que la entrada se encuentra en frente de la salida y la trampa de grasa es considerablemente ancha.



No. Usuario: M

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El restaurante presenta venta de almuerzos únicamente los días domingo y festivos, donde no presenta una alta cantidad de preparación en comparación a otros establecimientos. La trampa de grasa se encuentra con un enchape en baldosas lo que puede facilitar la limpieza total del sistema cuando se requiera.

Falencias encontradas:

- La trampa no cuenta con los accesorios pertinentes de entrada y salida. No contar con ello en la tubería afluente provoca zonas donde la grasa no tiene la posibilidad de flotar debido a la fuerza entrante del agua, se observa un espacio sin grasa en la imagen izquierda. A la par tampoco se identificaron las extensiones de tubería verticales.
- Se observa que la trampa de grasa cuenta con una tubería adicional que atraviesa la zona izquierda de la misma, esto disminuye el área superficial útil de acumulación del sistema, de igual manera genera dificultades en las actividades de mantenimiento donde quedan residuos de grasa bastante difíciles de remover.



No. Usuario: N

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Es un establecimiento que cuenta con un número considerable de venta de almuerzos y además fritanga, actividades que generan una alta producción de grasa hacia el sistema, este establecimiento abre sus puertas durante toda la semana. La trampa de grasa es prefabricada y se ubica justo debajo del lavaplatos.

Falencias encontradas:

- No cuenta con los accesorios de entrada y salida, por ende, también faltan las extensiones de las tuberías.
- Dentro de lo observado se encuentra que es una trampa de grasa pequeña para el tipo de establecimiento, debido a que por su alta actividad esta se colmata en un menor tiempo y requiere un mantenimiento más frecuente, además, por ser prefabricada no es tan accesible para el mantenimiento debido el compartimiento interno.



inadecuado funcionamiento de la trampa en donde adicional ninguno de las tuberías cuenta con accesorios y tampoco con la extensión de tubería.

- La tubería de salida por su parte tampoco cuenta con accesorio ni extensión, mientras se realizaba las visitas de campo fue posible observar que las grasas y aceites acumulados lograban salir por esta zona hacia el alcantarillado.
- Por otro lado, es posible inferir que la trampa no contaba con una frecuencia de mantenimiento adecuada, debido a que se identificaron restos de grasa bastante sólidas en las paredes, las cuales fueron imposibles de remover con las herramientas a disposición.
- Se observó una tubería que atraviesa la trampa de grasa, generando una acumulación lateral de estos residuos evitando que se haga una separación adecuada con el agua. Además, también se notó que era realmente sólida siendo difícil de extraer.
- Dentro de las extracciones de grasa realizadas se encontró con una cantidad alarmante de residuos sólidos (basura) como palitos de bombón, paquetes de papas, elementos para la higiene personal, tapas de botellas, entre otros, los cuales por ninguna razón deben entrar al sistema.



No. Usuario: Q

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Este establecimiento cuenta con apertura únicamente los sábados, domingos y días festivos en donde realiza venta de desayunos y almuerzos. La trampa de grasa se encuentra conectada al desagüe del lavaplatos y de lavamanos en tuberías distintas.



No. Usuario: O

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Dentro del establecimiento se realiza ventas únicamente de comida frita y disponibilidad a los clientes 6 días a la semana. La trampa de grasa se encuentra ubicada cerca a la descarga del lavaplatos y presenta un poco de dificultad para realizar actividades de mantenimiento al estar localizada debajo de la estufa. A pesar de las falencias encontradas, se notó que la trampa acumula una cantidad importante de grasa a pesar de ser pequeña.

Falencias encontradas:

- La trampa no cuenta con la extensión vertical tanto de la entrada como de la salida.
- La posición de la entrada y la salida no se encuentran situadas correctamente en posiciones opuestas, donde el afluente cae con centímetros de diferencia antes de la salida como se evidencia en la imagen izquierda. Provocando zonas con mayor velocidad del agua que generan un corto circuito y un aumento en la deficiencia de la trampa de grasa.



No. Usuario: P

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El establecimiento tiene un alto volumen de preparación de alimentos, entre ellos comida frita, almuerzos y desayunos. Se identificó alta acumulación de grasa en el desarrollo de la actividad de campo y la trampa se observó con varias deficiencias de funcionamiento.

Falencias encontradas:

- Se identificaron tres diferentes tuberías afluentes al sistema de los cuales uno pertenece a la agua residual gris y las demás según el usuario no se tienen claramente identificadas. Esta dispersión en la entrada incide en



Falencias encontradas:

- No cuenta con los accesorios de entrada y así como la extensión en ninguna de las entradas.
- Hay que resaltar que la tubería de salida se encuentra en mal estado, donde manualmente tiene un orificio en la parte superior y esto genera que la grasa acumulada en la superficie se dirija hacia el alcantarillado.



No. Usuario: R

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El restaurante Portal de Pance hace parte de los establecimientos que preparan y venden almuerzos en mayor cantidad, se encuentra abierto al público todos los días de la semana. Así, tiene una gran incidencia sobre la producción de grasas y se hace necesario un buen estado de la trampa de grasa en operación.

Falencias encontradas:

- La única inconsciencia encontrada es la falta de los accesorios en la tubería de entrada, no obstante, hay que resaltar que la trampa hace una función efectiva debido respecto a la remoción de grasas. Este usuario se destaca porque realmente se observa una acumulación de estos residuos.





USUARIOS TURÍSTICOS

No. usuario: S

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El lugar recreacional cuenta con cuatro trampas de grasa en total, estas están distribuidas a lo largo del establecimiento y se encargan del tratamiento de las aguas residuales grises que generan cuatro cocinas distintas respectivamente. Este sitio turístico es uno de los mayores productores de almuerzos.

Trampa de grasa 1.

Falencias encontradas: Para considerar un sistema como trampa de grasa debe cumplir como mínimo con una profundidad mínima en la cual logre haber una altura adecuada para acumulación de grasas y lodos, además, de parámetros de diseño hidráulico como el tiempo de retención adecuado que depende de un volumen y caudal afluente. Este sistema cuenta con una altura útil de agua de 13 cm y aproximadamente 60 L para el volumen, adicional el efluente cuenta con el accesorio ubicado en una posición incorrecta dando paso a que lo poco que se logra acumular salga directo al alcantarillado. Por consiguiente, debido a la altura tan baja no es posible colocar un extensor vertical en la tubería tanto de entrada como de salida.

Dicho lo anterior no es posible considerarla como trampa de grasa, recomendando de manera urgente realizar un rediseño total de la misma, donde al menos se aumente la profundidad de los sistemas y se añadan los accesorios pertinentes.



Trampa de grasa 2.



Trampa de grasa 4.

Falencias encontradas: Esta trampa se encuentra en mejor estado que las otras, en donde las falencias identificadas son el no cumplimiento de profundidad mínima, no cuenta con la extensión de la tubería de entrada y el accesorio ideal para la salida debería ser una Tee, donde se facilite el mantenimiento en ocasiones donde exista una obstrucción. La relación largo ancho no está dentro del cumplimiento, no obstante, es debido a las dimensiones adoptadas.



No. usuario: T

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Este usuario cuenta con un establecimiento bastante grande, por lo que sus actividades comerciales como la venta de almuerzos es alta y de igual manera, genera una gran cantidad de grasa. El establecimiento cuenta con dos trampas de grasas conectadas en serie y que se encuentran cerca de la cocina.

Trampa de grasa 1.

Falencias encontradas:

- No cuenta con el accesorio y extensión de tubería en la entrada del sistema, por lo que se puede apreciar que en momentos entra chorros de agua que



Falencias encontradas: Este sistema es prefabricado que cuenta con una compartimentalización encargada de optimizar el funcionamiento. No obstante, influye en la facilidad para el mantenimiento, obligando al operario encargado de estos sistemas a vaciar totalmente la trampa para su limpieza adecuada. De realizar un mantenimiento superficial queda un restante de grasa en las esquinas difícil de remover como se observa en la imagen derecha.

A la par, dentro de las visitas de seguimiento se encontró que este compartimento no estaba ubicado correctamente (imagen izquierda) afectando la entrada de agua. La tubería afluente no cuenta con el accesorio pertinente y por ende tampoco de la extensión vertical necesaria al igual que el efluente.



Trampa de grasa 3.

Falencias encontradas: Al igual que la trampa número 1, este sistema cuenta con una profundidad útil de aproximadamente 5-10 cm, siendo ineficiente para la acumulación de grasas. A la par en la salida cuenta con un accesorio que es la unión de un codo y una Tee la cual no tiene función específica y útil dentro del sistema. Se observan ubicadas dos tuberías afluentes las cuales una corresponde a la entrada del agua residual del lavaplatos y se desconoce la fuente de la siguiente.

Debe implementarse un diseño totalmente nuevo acorde a los parámetros pertinentes.



generan una alta turbulencia y hacen que la grasa se escape por la salida de la trampa de grasa.



Trampa de grasa 2.

Falencias encontradas:

- No cuenta con el accesorio y extensión de la tubería de entrada por lo que el agua entra con fuerza al sistema.
- Falta el accesorio y extensión de la tubería de la salida, por lo que todo lo que entra al sistema tiene la posibilidad de irse al sistema de alcantarillado.
- La entrada y la salida se encuentran muy juntas, por lo que se genera una zona muerta en la trampa de grasa donde no fluye el agua y se presenta una especie de estancamiento.



No. usuario U

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: El usuario presenta altas ventas de almuerzos por la capacidad de atender a las personas, así mismo, la cantidad de grasa generada es alta. El



establecimiento cuenta con una trampa de grasa prefabricada la cual se encuentra cerca de la cocina.

Falencias encontradas:

- No cuenta con una profundidad suficiente el sistema
- Falta la tubería de entrada y la extensión de tubería por lo que puede escaparse grasa hacia al sistema de alcantarillado.
- El borde libre no es suficiente para el almacenamiento de la grasa y acumulación de gases.
- De acuerdo con las vistas, se observó que la trampa de grasa es pequeña para el establecimiento, por lo que requiere una mayor rigurosidad en el mantenimiento realizado.



OTRAS ANOTACIONES IMPORTANTES

Finalmente, hay que mencionar que se identificaron otros usuarios que no fueron evaluados durante el desarrollo del trabajo de grado debido a que no presentaban trampa de grasa sin embargo debido a las características de venta de alimentos es necesario que cuenten con este sistema. Algunos usuarios son:

No. usuario: ABC

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Dentro del colegio se identificó la preparación y venta de comida como frita como empanadas, papas y similares. El usuario informó que si se contaba con trampa de grasa, no obstante, al realizar la primera visita para identificar la ubicación, el encargado de este sistema mencionó decir que no sabía en donde se encontraba. Con ello es posible inferir que no cuentan con ella o está en un lugar de difícil acceso y a la par tampoco ha presentado actividades de mantenimiento.

No. usuario: ABC

Nombre responsable: -----



Descripción inicial: El usuario menciona que cuenta con trampa de grasa la cual está sellada con concreto en el alrededor, cada vez que se va a realizar mantenimiento la abren y posteriormente la vuelven a sellar con el mismo material. Simultáneamente, se encontraba debajo con un refrigerador bastante pesado dificultando su acceso. Estas condiciones permiten inferir que la trampa no está en operación.



No. usuario: ABC

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Menciona que existen trampas de grasa, no obstante, al hacer la revisión pertinente, se encontraron solamente un simil a cámaras de recolección de agua. El establecimiento cuenta con venta de almuerzos y desayunos.



No. usuario: ABC

Nombre responsable: -----

Descripción inicial: Cuando se realizaron las visitas preliminares el establecimiento se encontraba ubicado en un lugar distinto y en este encontraba una trampa de grasa. Actualmente está situado en un lugar donde no se cuenta con trampa de grasa y sigue realizando las actividades de preparación de alimentos.

Anexo 8. Resultados aplicación escala Likert sobre impactos

USUARIO	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	ÍTEM 4	ÍTEM 5	PUNTAJE POR USUARIO
L	5	5	5	5	5	25
A	5	5	5	5	5	25
D	5	5	5	5	5	25
H	5	5	5	5	5	25
S	5	5	5	5	5	25
T	4	5	5	5	5	24
P	3	5	5	5	5	23
F	4	5	5	4	5	23
N	3	5	5	5	5	23
R	5	5	4	5	4	23
C	4	5	5	5	4	23
I	4	5	5	4	4	22
K	5	5	4	4	4	22
M	5	4	4	4	4	21
E	4	5	3	5	4	21
Q	4	5	3	4	5	21
B	5	5	1	5	5	21
G	3	5	3	5	4	20
O	5	4	4	2	4	19
U	2	4	4	4	4	18
Total	85	97	85	91	91	449