



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

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

TEMA:

ANÁLISIS DE LADRILLO TRITURADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y
LUBRICADORA “SAN FRANCISCO” UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO.

Autor: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Tutor: Ing. Mg. Dilon Moya Medina

AMBATO-ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Dilon Moya Medina certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema **“ANÁLISIS DE LADRILLO TRITURADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA “SAN FRANCISCO” UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, realizado por el señor Ricardo Vinicio Sánchez Acosta Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi inspección, siendo un trabajo elaborado de manera personal.

Ambato, Octubre del 2017

Ing. Dilon Moya Medina

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Ricardo Vinicio Sánchez Acosta, con CI. 180424383-8 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que los criterios y el contenido del trabajo experimental con el tema **“ANÁLISIS DE LADRILLO TRITURADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA “SAN FRANCISCO” UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”** es de mi completa autoría.

Ambato, Octubre del 2017

Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Octubre del 2017

Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título **“ANÁLISIS DE LADRILLO TRITURADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA “SAN FRANCISCO” UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, realizado por Ricardo Vinicio Sánchez Acosta, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Mg. Fabián Morales
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Mg. Lenin Maldonado
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por haberme dado la vida, la sabiduría, la fortaleza y permitirme haber llegado a este momento importante de mi formación profesional.

A mi madre dedico esta tesis puesto que ella es mi pilar fundamental y quien me ha sabido inculcar valores y hábitos para formarme primero como una persona de bien, por acompañarme durante todo mi trayecto estudiantil, de vida y ayudarme a levantar en los momentos más difíciles.

De igual manera, a mis hermanos, sobrinos y familia en general que siempre han estado junto a mí brindándome palabras de aliento y confiando en mi capacidad de llegar a ser un profesional.

Ricardo Sánchez A.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme en cada paso que he dado durante mi camino y darme la capacidad de superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

Agradezco el apoyo, la confianza y el sacrificio constante por parte de mi madre Magdalena Sánchez, por ser un ejemplo a seguir de trabajo, esfuerzo, perseverancia y a no dejarme desfallecer corrigiendo mis errores y alentándome en mis triunfos.

A mi padre, por sus buenos consejos que me han servido para seguir adelante sin tropiezos, que a pesar de la distancia estuvo al tanto de mi formación profesional y al brindarme el apoyo durante el tiempo que lo hizo.

A mis primas Carolina y Andrea Pazmiño, por motivarme conjuntamente con ellas desde el inicio, alcanzar un objetivo propuesto en nuestra vida y que hoy cada uno de nosotros lo estamos logrando.

Agradezco también a Katherine Avalos y Santiago Sánchez por su amistad y apoyo incondicional brindado desde el momento que les conocí y durante los momentos de tristeza, alegrías, bromas, caídas y logros que hemos atravesado, culminando con éxito nuestra carrera de Ingeniería Civil.

Agradezco al Ing. Dilon Moya por la colaboración brindada durante el proceso de elaboración de este proyecto.

Gracias a todas las personas por sus consejos y ánimos me han incentivado a seguir adelante y por la ayuda directa o indirectamente en la realización de este proyecto.

Ricardo Sánchez A.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORIA DEL TRABAJO.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROVACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVI
ABSTRACT (SUMMARY).....	XVII

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 TEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS:.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.1 Ingeniería Civil.....	6
2.1.2 Hidráulica.....	6
2.1.3 Afluente.....	6
2.1.4 Contaminación Hídrica.....	7
2.1.5 Efluentes Contaminantes.....	7
2.1.6 Sistema de Alcantarillado.....	7

2.1.7	Agua Residual.....	7
2.1.8	Parámetros de Descarga al Sistema de Alcantarillado.....	8
2.1.9	Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	8
2.1.10	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	9
2.1.11	Oxígeno Disuelto.....	9
2.1.12	Aceites y Grasas.....	9
2.1.13	Tratamiento de Aguas Residuales.....	9
2.1.14	Tratamiento Primario.....	10
2.1.15	Filtración.....	10
2.1.15.1	Mecanismo de adsorción.....	11
2.1.15.2	Intercambio iónico.....	11
2.1.15.3	Mecanismo de retención de contaminantes.....	11
2.1.16	Biofiltración.....	12
2.1.17	Microscopio Electrónico de Barrido.....	12
2.1.18	Ladrillo Triturado.....	12
2.2	HIPÓTESIS.....	13
2.2.1	Hipótesis nula.....	13
2.2.2	Hipótesis alternativa.....	13
2.3	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	13
2.3.1	Variable Independiente.....	13
2.3.2	Variable Dependiente.....	13

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	14
3.2	POBLACION Y MUESTRA.....	14
3.2.1	Población.....	14
3.2.2	Muestra.....	15
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	16
3.3.1	Variable Independiente.....	16
3.3.2	Variable Dependiente.....	17
3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	18
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	19

3.5.1	Ubicación del Lugar de Estudio.....	19
3.5.2	Descripción de la Industria.....	19
3.5.3	Funcionamiento de la Industria.....	22
3.5.4	Cálculo de caudales.....	25
3.5.4.1	Cálculo de caudal de entrada.....	25
3.5.4.2	Cálculo de caudal de salida o consumo.....	28
3.5.5	Descripción del diseño del filtro de ladrillo triturado.....	31
3.5.6	Elaboración del medio filtrante de ladrillo triturado.....	33
3.5.7	Proceso de muestreo.....	35
3.5.8	Proceso de caracterización del ladrillo triturado.....	38

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39
4.1.1	Caudal de entrada.....	39
4.1.2	Caudal de salida o consumo.....	40
4.1.3	Análisis de caudales.....	40
4.1.4	Caracterización del material.....	41
4.1.4.1	Caracterización del Ladrillo triturado antes de la filtración.....	41
4.1.4.2	Caracterización del ladrillo triturado después de la filtración.....	41
4.1.4.3	Análisis de las muestras de ladrillo triturado.....	42
4.1.5	Resultado de los Análisis.....	43
4.1.6	Recopilación de datos por parámetro.....	46
4.1.6.1	Resultados de Aceites y Grasas.....	46
4.1.6.2	Resultados de la Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	48
4.1.6.3	Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	49
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
4.2.1	Análisis de Eficiencia Por Parámetro.....	51
4.2.1.1	Análisis de aceites y grasas.....	51
4.2.1.2	Análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	52
4.2.1.3	Análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	53
4.2.1.4	Eficiencia cuadro resumen.....	54

4.2.2	Comparación de Resultados.....	55
4.2.2.1	Comparación de los Resultados de Aceites y Grasas.....	55
4.2.2.2	Comparación de Resultados de la Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	56
4.2.2.3	Comparación de Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	57
4.2.3	Análisis crítico y personal.....	58
4.2.3.1	Análisis crítico.....	58
4.2.3.2	Análisis personal.....	58
4.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	59

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	60
5.2	RECOMENDACIONES.....	61

MATERIALES DE REFERENCIA

1.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
2.	ANEXOS.....	66
2.1	Anexos fotográficos.....	66
2.2	Granulometría del ladrillo triturado.....	70
2.3	Peso específico del ladrillo triturado.....	72
2.4	Diseño del filtro de ladrillo triturado.....	73
2.5	Informes de análisis.....	77
2.6	Esquema de ficha de registro diario.....	87
2.7	Diagramas del funcionamiento de la industria.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	8
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente.....	16
Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente.....	17
Tabla 4. Plan de recolección de información.....	18
Tabla 5. Tipos de vehículos y servicios a disposición de la industria.....	20
Tabla 6. Cantidad de vehículos por semana.....	21
Tabla 7. Lecturas de distancia al espejo de agua de los tanques.....	25
Tabla 8. Caudales de ingreso a la industria de lavado de autos.....	28
Tabla 9. Lectura y determinación de caudales de salida.....	31
Tabla 10. Muestra de agua residual sin tratamiento.....	43
Tabla 11. Muestra filtrada a los 10 días.....	43
Tabla 12. Muestra filtrada a los 20 días.....	44
Tabla 13. Muestra filtrada a los 30 días.....	44
Tabla 14. Muestra filtrada a los 40 días.....	44
Tabla 15. Muestra filtrada a los 50 días.....	45
Tabla 16. Muestra filtrada a los 60 días.....	45
Tabla 17. Muestra filtrada a los 70 días.....	45
Tabla 18. Muestra filtrada a los 80 días.....	46
Tabla 19. Muestra filtrada a los 90 días.....	46
Tabla 20. Resultados de análisis (Aceites y Grasas).....	47
Tabla 21. Resultados de análisis (Demanda Química de Oxígeno).....	48
Tabla 22. Resultados de análisis (Demanda Bioquímica de Oxígeno).....	50
Tabla 23. Porcentaje de eficiencia de aceites y grasas.....	51
Tabla 24. Porcentaje de eficiencia de la DQO.....	52
Tabla 25. Porcentaje de eficiencia de la DBO ₅	53
Tabla 26. Comparación de resultados finales y el limite TULSMA.....	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Caudal de ingreso.....	39
Gráfico2. Caudal de salida o consumo.....	40
Gráfico 3. Comportamiento de los aceites y grasas durante la filtración.....	47
Gráfico 4. Comportamiento de la demanda química de oxígeno durante la filtración.....	49
Gráfico 5. Comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno durante la filtración.....	50
Gráfico 6. Cuadro resumen de la eficiencia del ladrillo triturado.....	54
Gráfico 7. Comparación de resultados de aceites y grasas con límites aceptables.....	55
Gráfico 8. Comparación de resultados de la DQO con límites aceptables.....	56
Gráfico 9. Comparación de resultados de la DBO ₅ con límites aceptables.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Industria.....	19
Figura 2. Dimensiones tanque de 224,40 m ³ de capacidad.....	26
Figura 3. Dimensiones tanque de 10,70 m ³ de capacidad.....	27
Figura 4. Pendiente terreno y proyecto.....	29
Figura 5. Esquema y dimensiones de tubería PVC.....	30

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Industria en Estudio.....	20
Imagen 2. Autos en proceso de lavado.....	21
Imagen 3. Bomba abastecedora de agua hacia el segundo tanque.....	22
Imagen 4. Tanque de almacenamiento de menor capacidad y bomba de presión.....	23
Imagen 5. Pozos de trampas de grasas.....	24
Imagen 6. Obtención del material filtrante.....	34
Imagen 7. Caracterización del ladrillo triturado en la maquina microscopio.....	38
Imagen 8. Caracterización del ladrillo triturado sin alteración.....	41
Imagen 9. Caracterización del ladrillo triturado alterado.....	42

TEMA: ANÁLISIS DE LADRILLO TRITURADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA “SAN FRANCISCO” UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto experimental consta de un proceso y análisis de un material filtrante para el pretratamiento de aguas residuales provenientes de una industria de lavadora de autos, tomando como alternativa el uso del ladrillo triturado, con el que se pretende disminuir niveles de contaminación del efluente, en un período de monitoreo de 90 días. Para ello fue necesario determinar parámetros importantes de la industria, así como caudales tanto de ingreso como de salida o consumo, conociendo además el gasto de agua de 1,15 m³/vehículo pesado; así también la infraestructura y funcionamiento de la misma; determinando el diseño del filtro para un caudal de 0,105 lt/min de consumo diario.

El muestreo durante el proceso de filtración, determinó la eficiencia del material, se lo realizó cada 10 días; los resultados obtenidos dieron a conocer la disminución de los niveles de contaminación, a partir de valores iniciales de contaminación de aceites y grasas (246 mg/l), DQO (2715 mg/l) y DBO₅ (1328 mg/l O/l), hasta resultados finales de (0,11 mg/l), (1258 mg/l) y (624 mg O₂/l) respectivamente después de la filtración. Éstos resultados de los análisis mostraron disminuciones en los valores de niveles de contaminación; por lo que el ladrillo triturado es eficiente para tratar aceites y grasas.

El ladrillo triturado, es un material que posiblemente logra tratar aceites y grasas en su totalidad, presentando un valor de eficiencia de 99,96%, satisfaciendo así los límites propuestos por el TULSMA para este parámetro; de igual manera para DQO y DBO₅ los valores de eficiencia son de 65,75% y 70,86% respectivamente, llegando a reducir niveles de contaminación, no así satisfaciendo los límites propuestos por la norma antes descrita.

THEME: ANALYSIS OF CRUSHED BRICK AS A FILTER IN THE WASTEWATER TREATMENT FROM THE "SAN FRANCISCO" WASHER AND LUBRICATOR CAR LOCATED IN AMBATO CITY.

ABSTRACT (SUMMARY)

The present experimental project show a process and analysis of a filtering material for the pretreatment of wastewater from a car wash industry, so taking as an alternative the use of crushed brick, with which it is reduced to levels of contamination of the effluent , in a 90-day monitoring period. For this, it is necessary to determine the important parameters of the industry, as well as the requirements of income or consumption, know the infrastructure and operation of it; also determining the filter design for a flow rate of 0.105 lt/min of daily consumption.

The sampling during the filtration process determined the efficiency of the material, it was done every 10 days and at the same time taken to the laboratory for analysis; the results obtained revealed the decrease in pollution levels, from initial values of oil and grease contamination (246 mg / l), COD (2715 mg / l) and BOD5 (1328 mg / l O / l) , until final results of (0.11 mg / l), (1258 mg / l) and (624 mg O2 / l) respectively after filtration. The results of the analysis of the filtered samples showed decreases in the levels of pollution levels; The efficiency of crushed brick to treat oils and fats is very evident.

The crushed brick is a material that possibly manages to treat oils and fats in its entirety, presenting an efficiency value of 99.96%, thus satisfying the limits proposed by the TULSMA for this parameter; Similarly, for COD and BOD5, the efficiency values are 65.75% and 70.86% respectively, reducing pollution levels, but not satisfying the limits proposed by the norm described above.

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES

1.1 TEMA

Análisis de ladrillo triturado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco” ubicada en la ciudad de Ambato.

1.2 ANTECEDENTES

La problemática en lo que concierne a la evacuación de aguas residuales industriales es elevada, tanto así que es necesario conocer la base del problema hasta la posible solución a la misma.

A pesar que los hidrocarburos y sus derivados han aportado en gran parte al desarrollo de la humanidad, han perjudicado al medio ambiente, ya sea por problemas causados por derrames o sus diferentes usos en cual se han empleado.[1]

El crecimiento urbano en varios países, ha dado lugar al desarrollo de actividades industriales, siendo en gran parte las causantes de la contaminación mediante residuos sólidos, líquidos y atmosféricos que estas expulsan sin un debido tratamiento a lugares de descarga o lugares inapropiados que estos depositan [2]. De igual manera tomando en cuenta la investigación anterior de la contaminación del agua dulce afecta por industrias; en la investigación [3] se enfoca en este caso a industrias de lavado de autos. Estas industrias al descargar las aguas residuales a un afluente llegan a estar acompañadas de aceites, grasas, detergentes, tenso activos, metales pesados, los mismos que son contaminantes letales para los seres humanos y seres vivos acuáticos; esto se da debido a que las lavadoras no cuentan con métodos adecuados de tratamiento para las aguas contaminadas y que al dar un tratamiento a éstas, no llegan a eliminarse por completo, quedando así contaminantes tóxicos volátiles que pueden afectar mayormente al entorno.

Una posible solución para tratar la contaminación del agua afectada por industrias, es el desarrollo y control de nuevas tecnologías de tratamiento de aguas residuales, implementando procesos de biofiltración. El objetivo de la investigación [4] fue aplicar métodos de filtración mediante materiales filtrantes que retengan residuos sólidos contaminantes existentes en el agua residual, obteniendo resultados satisfactorios como el disminuir niveles de contaminación de las aguas y probablemente la reutilización del líquido ya sea para riego, lavados, uso doméstico entre otras.

Para las industrias de lavado de autos al igual que la investigación anterior, en países subdesarrollados proponen métodos de tratamiento y reciclado de aguas residuales, siendo estos, procesos de floculación-flotación, filtración y cloración; además de lo expuesto, el artículo [5] menciona que las industrias de lavado de autos deben acatar el cumplimiento de obligaciones propuestos, el cual es usar cierta cantidad de agua para cada lavado y evitar desperdicios del agua. Cabe mencionar que existen además tecnologías disponibles con productos naturales o polímeros que son efectivas para el tratamiento de aguas residuales industriales y que a la vez son alternativas sanas y ambientalmente seguras [6]. Los métodos y procesos antes mencionados pueden formar parte de un mismo sistema de tratamiento de aguas residuales, donde posiblemente logre obtener resultados eficientes en las aguas tratadas libres de contaminantes.

Las aguas residuales provenientes de lavadoras de autos contienen concentraciones de productos petroquímicos y compuestos orgánicos peligrosos. Para este problema en la investigación [7], fue indispensable implementar un tratamiento de biofiltración que permita reducir los índices de contaminación y poder descargar a un sistema receptor. En la investigación [8], para el tratamiento de aguas residuales se lo realizo en base a métodos químicos y físicos, mismos que se pretende disminuyan índices contaminantes. El objetivo de estas dos citas investigativas tienen como finalidad disminuir niveles de contaminación en el agua residual así como: DBO, DQO, pH, aceites y grasas, solidos totales, entre otros y a través de los análisis verificar si el agua tratada es reutilizada.

En cuanto se refiere a filtros de cerámica de arcilla (ladrillo) usados para tratar aguas residuales industriales principalmente de lavadora de autos, presentan ventajas y desventajas.

En nuestro país en la actualidad las industrias de lavadoras de autos se han desarrollado de manera progresiva, estas son generadoras de un alto nivel de contaminación que son evacuadas al sistema de alcantarillado, lo cual conlleva a conocer el deficiente manejo de residuos de estas industrias. En la investigación [9] proponen soluciones para problemas de contaminación por el lavado de autos, siendo necesario realizar procesos de regeneración, destrucción y procesamiento de aceites como un plan de manejo. Así como la cita investigativa anterior, para la remoción de contaminantes de las aguas residuales industriales, la investigación [10] aseguran que los filtros a base de cerámica de arcilla son tecnologías seguras y apropiadas, puesto que han sido evaluadas y puestas en funcionamiento y control con parámetros de flujos de caudal máximos para mayor retención de microorganismos o partículas contaminantes de las aguas a tratar.

En sí al evaluar y conocer las investigaciones antes realizadas; los filtros de cerámica de arcilla son tecnologías eficaces en cuanto se refiere al tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, esto se ha visto reflejado en países que lo han implementado; así mismo presentan desventajas en cuanto se refiere al tratamiento de ciertos parámetros, puesto que disminuyen niveles de contaminantes pero no en su totalidad. Proponiendo para esto tratamientos previos o post tratamientos que logre la eliminación mayor al del filtro.[11]

1.3 JUSTIFICACIÓN

El estado actual de las lavadoras y lubricadoras de autos, genera cada vez más residuos contaminantes y aguas residuales, lo que ha llevado a la implementación de sistemas de tratamientos para este fin.

En ciertos países, las lavadoras y lubricadoras de autos son industrias generadoras de un alto nivel de contaminación, como aguas residuales que contienen residuos de grasas, aceites, lodos entre otros; presentando un problema grave para el medio ambiente. Los sectores afectados han realizado estudios en esta área, implementando un “Filtro de arcilla cocida” que ha dado resultados positivos al tratar estas aguas [12]. Además de diseñar trampas donde se logre separar residuos sólidos de grasas y aceites, empleando técnicas manuales y mecánicas [13].

En ciertas zonas del Ecuador, al no disponer de tecnologías de sistemas de tratamientos de aguas residuales ya sean industriales, comerciales, domésticas, etc., y a las construcciones anti técnicas de estos sistemas, se ha implementado proyectos de filtración caseros hechos a base de cerámica de arcilla (ladrillo), con el fin de remover los microorganismo y sustancias contaminantes en dichas aguas; al realizar la evaluación del material se observó ventajas en cuanto a valores de eficiencia comprendidos entre 99,70% y 99,99%, además de su fácil elaboración, mantenimiento y control [14]. Estas ventajas muestran que la cerámica de arcilla puede ser implementada como filtro de aguas residuales industriales, con el motivo de analizar y verificar si este material es apto para remoción de niveles de contaminación de una lavadora de autos.

En Ambato, el tratar aguas provenientes de lavadoras y lubricadoras de autos es indispensable, puesto que éstas son evacuadas al sistema de alcantarillado sin previo tratamiento; actualmente según la Dirección de Gestión Territorial Régimen Urbanístico [15], en la ciudad existen alrededor de 80 negocios de lavadoras y lubricadoras de autos. Éste proyecto de investigación propone implementar un filtro a base de ladrillo triturado, para el tratamiento de las aguas provenientes de la Lavadora y Lubricadora “SAN FRANCISCO” como lugar de estudio.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Analizar el ladrillo triturado en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora “SAN FRANCISCO” ubicada en la ciudad de Ambato.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco”.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la Lavadora y Lubricadora “San Francisco”.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅ y DQO) y grasas y aceites de las aguas residuales provenientes de las Lavadoras y Lubricadoras en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el ladrillo triturado puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento de las Lavadoras y Lubricadoras de autos.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Ingeniería Civil

La Ingeniería Civil es una ciencia, la cual se encarga de la construcción de infraestructuras en base a un diseño previo, estudios, cálculos físicos, hidráulicos y posteriormente el control y mantenimiento, las mismas que hoy en día son indispensables en nuestro medio ya que nos facilita la comunicación mediante vías, puentes, puertos, aeropuertos, canales, edificaciones entre otras. [16]

2.1.2 Hidráulica

Es una rama de la Ingeniería Civil, se ocupa de la obras relacionadas con el agua, ya sean estos para su uso, como la obtención energía hidráulica, la irrigación, potabilización, canalización u otras, además la construcción de estructuras en mares, ríos, lagos o entornos similares. Es una ciencia que está relacionada con los fluidos y también pueden ser aplicados con gases, incluyen diseños de infraestructuras flexibles, adaptables a condiciones ambientales que aportan a soluciones de ingeniería. [17]

La hidráulica trabaja en conjunto con la mecánica de fluidos aportando bases teóricas aplicables a esta ciencia por medio de aportes realizados anteriormente por científicos como Blaise Pascal y Daniel Bernoulli. [16]

2.1.3 Afluente

Es el líquido que ingresa a un sistema o cuerpo receptor de agua, planta de tratamiento, tanques reservorios y otros. Estas aguas pueden ser naturales o residuales provenientes de actividades industrias u otras que requieran su uso. [18]

2.1.4 Contaminación Hídrica

Es un problema ambiental que afecta directa o indirectamente a todo cuerpo de agua, al ser vertidos los desechos que contienen sustancias tóxicas, bacterias y microorganismos, residuos sólidos y que a la vez afectan a la flora, fauna y seres humanos. Estas aguas residuales pueden ser domésticas, provenientes de actividades municipales, agrícolas e industriales. [19]

2.1.5 Efluentes Contaminantes

Son aguas residuales provenientes de actividades domésticas e industrias, las mismas que están compuestas por desechos líquidos, sólidos o gaseosos y que son descargadas hacia cuerpo receptor o trasladado mediante aguas lluvia, además estas aguas pueden infiltrarse en el subsuelo y generar la contaminación del mismo. [20]

Los contaminantes existentes en efluentes son variados, siendo estos de procedencia química y biológica y además dependiendo del tipo de efluente que lo genera, como por ejemplo:

- Industrias de lavado de autos: son generadoras de lodos, grasas, aceites, residuos sólidos, detergentes.

Estas industrias al expulsar los desechos lo hacen al sistema de alcantarillado o a lugares receptores sean ríos, lagos, mares, etc., a temperaturas inapropiadas, así presentando una contaminación mayor debido a que estos pueden ser evaporados y afectar al entorno [21].

2.1.6 Sistema de Alcantarillado

Es un sistema en el cual se encuentran conectados entre sí tuberías o conductos, los mismos que son usados para la recolección, transporte y descarga de aguas servidas, aguas lluvias y en ciertos casos aguas residuales provenientes de industrias [22].

2.1.7 Agua Residual

Es el agua contaminada que a través de procesos industriales, domésticos, agrícola, comercial y otras actividades, ha recibido alteraciones en sus propiedades físicas,

químicas y biológicas, produciendo así problemas en la salud, seguridad y bienestar de los seres humanos y además daños al medio ambiente en general.[23]

2.1.8 Parámetros de Descarga al Sistema de Alcantarillado

Las aguas residuales que se descargue al sistema de alcantarillado y además a cuerpos receptores, deberán satisfacer con los límites señalizados para cada parámetro contaminante establecido en la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA (Anexo 1) del TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DE AMBIENTE (TULSMA); esta norma muestra además las disposiciones, prohibiciones y la obligatoriedad que tiene las instituciones del control y monitoreo de los cuerpos de agua que estén afectados por su actividad. [24]

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	Solubles en hexano	mg/l	70,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente.- Tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, página 22

2.1.9 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO es un parámetro importante dentro de los análisis de aguas residuales, el cual corresponde a una oxidación química de sustancias susceptibles existentes en una muestra. Es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos con la ayuda del dicromato potásico, además al obtener el DQO, este se lo expresa en unidades de mg O₂/l y el valor es mucho mayor al del DBO

debido a que el oxidante es más fuerte que el oxígeno, así obteniendo valores que están entre los 250 a 1000 mg/l [25].

2.1.10 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La DBO es un parámetro importante dentro de los análisis de aguas residuales, se dice que la concentración de materia orgánica biodegradable, el DBO se lo calcula en base a la disminución de la concentración que la muestra tiene de oxígeno disuelto [25]. La DBO se obtiene incubando una muestra durante un lapso de tiempo el mismo que generalmente se lo hace para 5 días; a la obtención de este parámetro se lo expresa en unidades de mg O₂/l. [26]

2.1.11 Oxígeno Disuelto

Es la cantidad de oxígeno libre que contiene el agua, el mismo que no está combinado con los sólidos existentes ni con el hidrogeno. Es indispensable determinar este parámetro ya que contribuye a la solubilidad de minerales, descomposición de materia orgánica, fotosíntesis y oxidación-reducción, en los tratamientos de aguas residuales. El oxígeno disuelto se lo mide en mg/l (miligramos de oxígeno por litro de agua), en p.p.m. (partes por millón) y/o porcentaje.[27]

2.1.12 Aceites y Grasas

Se definen como sustancias líquidas y viscosas, sean de origen animal, mineral o vegetal, mismas que se emplean en industrias como lubricantes o dependiendo de la actividad que se lo pretenda usar. [28]

Los aceites son el resultado de reacciones entre ácidos grasos y alcoholes y son generalmente líquidos, mientras que las grasas para los organismos son fuentes de energía o combustible suelen ser sólidos. No se descomponen de manera fácil, sino solo cuando son afectadas por ácidos minerales.

2.1.13 Tratamiento de Agua Residuales

Los tratamientos de agua residuales son procesos en base a métodos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin lograr minimizar la contaminación de aguas de procedencia industrial, domestica, comercial, aguas residuales municipales y otros;

los cuales contiene etapas o procesos como limpieza, tratamientos primarios, secundarios, terciarios y avanzados, que conjuntamente logran la remoción de contaminantes existentes en dichas aguas. [29]

2.1.14 Tratamiento Primario

El tratamiento primario es una fase en la aplicación de proceso de tratar las aguas residuales, en la que incluye operaciones como coagulación-floculación, sedimentación primaria, flotación y sedimentación secundaria; así encontrando la necesidad de la aplicación de este tipo de tratamiento en industrias de pelambre y curtido, alimenticias, lavadoras de autos, textiles y otros; en las cuales las aguas expulsadas contengan gran cantidad de sólidos suspendidos, sedimentables, flotantes, coloidales, materia orgánica y entre otros. El grado de reducción de los índices de contaminación depende del proceso usado y de las características del agua residual [30].

2.1.15 Filtración

La filtración es un proceso necesario en el tratamiento de aguas residuales provenientes de efluentes contaminantes, el mismo que agrupa procesos de tratamiento físicos y químicos para remover los sólidos existentes en las aguas; además la filtración es indispensable, ya que a través de este se logra la remoción y la obtención del agua para un nuevo reúso.

Para tratar el agua mediante la filtración es necesario realizar el proceso conjuntamente con otros métodos de tratamiento, esto dará mayor resultado en la eliminación de factores contaminantes existentes en las aguas residuales.[31]

La filtración da lugar a 2 tipos de medios filtrantes que son expuestos a continuación:

- Medios minerales: son aquellos que usan materiales como: grava, calcita, carbón activado, arena, antracita, etc.
- Medios sintéticos: se los conoce por su alto soporte de carga orgánica, alta porosidad y peso bajo [32].

Las características que posee un medio filtrante son:

- Permitir un flujo uniforme.
- Poder acumular biomasa.
- Ser liviano.
- De bajo costo.
- Tener una alta porosidad y superficie específica.
- Evitar que los sólidos salgan del sistema de tratamiento.

2.1.15.1 Mecanismo de adsorción

Es un proceso que consiste en la acumulación sobre una base sólida, las sustancias presentes en un medio líquido; el componente a ser adsorbido es conducido por los poros del sólido que se lo denomina adsorbente. Los tipos de adsorción son:

- Adsorción química: se produce una reacción química que envuelve la transferencia de electrones entre el adsorbente y el contaminante soluble, además puede producir un enlace químico en la parte superficial.
- Adsorción física: el contaminante soluble se incorpora a una fina capa de moléculas presentes en la parte superficial de un sólido en respuesta a una reducción de la solución.

2.1.15.2 Intercambio iónico

Consiste en un intercambio de un ion de la fase acuosa por uno de la fase sólida. En el proceso de intercambio el sólido se encuentra con grupos funcionales cargados que se encuentran en la parte exterior e interior a estos grupos se los asocia iones de carga contraria también llamados contraiones. Los contraiones se encuentran unidos por atracción electrostática y dependiendo de la fase sólida, éstos pueden estar cargados positiva o negativamente. 9

2.1.15.3 Mecanismo de retención de contaminantes

En el proceso de purificación, los líquidos recorren el medio filtrante, el material retiene los contaminantes por el mecanismo de adsorción, intercambio iónico [4].

2.1.16 Biofiltración

La biofiltración es un proceso de filtración biológica, la cual consiste en un proceso a través de un material ya sea este piedra, medio natural o sintético; estos ayudan a las aguas a desinfectarse mediante un proceso de biooxidación el cual elimina los contaminantes orgánicos.

Para la realización de este filtro, previamente debe realizarse un proceso de sedimentación el mismo que ayude a remover sólidos que puedan obstruir el proceso de biofiltración.[31]

2.1.17 Microscopio Electrónico de Barrido

También es conocida como Scanning Electron Microscope (SEM), es una técnica que trata de la reproducción de imágenes de alta resolución, la misma que es captada por un haz de electrones. Esto permite visualizar la superficie y además varias características de una muestra ya sea esta natural o afectada por un proceso.[33]

2.1.18 Ladrillo Triturado

El ladrillo triturado es un material granular proveniente de los residuos o de la demolición de la estructura de este mismo material.

El ladrillo está conformado por arcillas, que mediante un proceso de estudio, análisis y posteriormente sometido a cocción se lo obtiene un forma de bloque rectangular, este material se lo obtiene mediante arcillas naturales y modificadas. Las segundas usadas mayormente para procesos de filtración de aguas residuales y mediante la modificación del material, lograr eliminar contaminantes existentes como son los plaguicidas. [34]

2.2 HIPÓTESIS

2.2.1 Hipótesis nula

Es contraria a la hipótesis alternativa, es aquella que rechaza o anula una hipótesis afirmativa propuesta por el investigador. Además sirve como una herramienta para evaluar hipótesis científicas y además tomar decisiones.[35]

Ho: Un filtro de ladrillo triturado para tratar aguas residuales no disminuirá los contaminantes existentes a límites admisibles de descarga del efluente de una lavadora y lubricadora de autos.

2.2.2 Hipótesis alternativa

Son alternativas que se presentan a una investigación o experimentación que pueden ser aceptadas o rechazadas, así formulando posibilidades adicionales a las de más hipótesis de investigación o nula.[36]

Hi: Un filtro de ladrillo triturado para tratar aguas residuales disminuirá los contaminantes existentes a límites admisibles de descarga del efluente de una lavadora y lubricadora de autos.

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 Variable Independiente

Aplicación de un filtro ladrillo triturado para tratar aguas residuales.

2.3.2 Variable Dependiente

Disminuir los valores de DQO, DBO₅ y aceites y grasas a límites admisibles de descarga del efluente de la Lavadora y Lubricadora de Autos “San Francisco” de la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación para el desarrollo del proyecto experimental se basa en las siguientes modalidades:

- **Investigación Descriptiva**

La investigación es descriptiva, se debe realizar una observación del filtro y posteriormente detallar el funcionamiento y los cambios tanto del filtro como de las muestras de aguas filtradas a obtener.

- **Investigación exploratoria**

Debido a que se debe conocer el funcionamiento de la Lavadora y Lubricadora de Autos “San Francisco” como también el estado o nivel de contaminación de las aguas residuales que producen. Así también la implementación y el análisis de un sistema que contribuya a la reducción de los contaminantes, mediante de un filtro artesanal, el mismo que lleva un proceso de 90 días de funcionamiento.

- **Investigación de laboratorio**

La investigación es de laboratorio, puesto que a través del tiempo que lleva el funcionamiento del filtro se realiza análisis cada 10 días de los cambios que va adquiriendo las muestras de aguas residuales a ser tratadas.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

En el presente trabajo experimental se llevara a cabo la verificación de la eficiencia de un filtro de agua residual a base de ladrillo triturado; este proceso se lo realizo

durante 90 días, donde se evaluara dicha eficiencia con muestras filtradas tomadas alternativamente.

Además como población tomaremos el total de agua de consumo que genera la lavadora de autos, puesto que el trabajo experimental consiste en tratar el agua residual proveniente de esta industria y por ende es necesario conocer el total de líquido que consumen.

$$V_{AR} = V_{consumo} * Tiempo$$

$$V_{AR} = 27,90 \frac{m^3}{día} * 77 días$$

$$V_{AR} = 2148,30 m^3 / 3 meses$$

3.2.2 Muestra

Durante el proceso de filtración se tomara 10 muestras, mismas que serán tanto filtradas como cruda, estas serán tomadas alrededor de un tiempo estimado de 10 días, hasta la culminación del proceso de filtración.

Así también se toma como muestra una cantidad representativa del agua residual que consume la industria, misma que será determinada para el tiempo de duración del proceso en base a los días que la lavadora de autos realiza sus actividades.

$$V_{muestra} = 55 gal * 77 días$$

$$V_{muestra} = 4235 gal / 3 meses$$

$$V_{muestra} = 16,03 m^3 / 3 meses$$

Esta será la cantidad de agua que reciba el filtro durante el proceso de filtración.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable Independiente

Aplicación del ladrillo triturado como filtro para tratar aguas residuales.

Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Un filtro de agua es un prototipo el cual está destinado a tratar aguas residuales, provenientes de una industria que busca disminuir los parámetros contaminantes y mejorar la calidad del líquido a través del uso de un material artesanal filtrante como es el ladrillo triturado, el mismo que es un medio poroso en el cual se requiere que este atrape partículas que contiene dicho líquido contaminante.	Característica del material filtrante	Ladrillo triturado	¿Cuáles son las características del ladrillo triturado como medio filtrante?	<ul style="list-style-type: none"> • Microscopio electrónico de barrido • Granulometría
	Disminuir los niveles de contaminación del agua residual	Descarga del efluente hacia el sistema de alcantarillado	¿Los parámetros de calidad permisibles del efluente son adecuados para su descarga?	<ul style="list-style-type: none"> • Norma TULSMA, Libro VI, Anexo 1 Tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

3.3.2 Variable Dependiente

Disminuir los valores de DQO, DBO₅ y aceites y grasas a límites admisibles de descarga del efluente de la Lavadora y Lubricadora de Autos “San Francisco” de la ciudad de Ambato.

Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente

CONTEXTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN
Mediante la filtración del agua residual a través del ladrillo triturado propuesto como filtro se logra la retención de las partículas contaminantes en los poros del material y la disminución de los valores de los parámetros propuestos para la descarga del efluente, para así cumplir con lo propuesto en la Norma TULSMA.	Valores establecidos en la Tabla 9, Normativa TULSMA	Límites DQO	¿Cuál es el porcentaje en el que el filtro de ladrillo triturado ayuda a disminuir el valor de DQO?	Ensayo de laboratorio: EPA 418.1
		Límites DBO ₅	¿Cuál es el porcentaje en el que el filtro de ladrillo triturado ayuda a disminuir el valor de DBO ₅ ?	Ensayo de laboratorio: STANDARD METHODS 5220D mod
		Límites Aceites y Grasas	¿Cuál es el porcentaje en el que el filtro de ladrillo triturado ayuda a disminuir el valor de Aceites y grasas?	Ensayo de laboratorio: STANDARD METHODS 5210-B

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 4. Plan de recolección de información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Qué hay que evaluar?	Se evalúa la eficiencia que tiene el ladrillo triturado propuesto como medio filtrante de las aguas residuales provenientes de la industria de lavadora y lubricadora de autos.
¿De qué hay que evaluar?	Se tiene que evaluar las aguas residuales provenientes de la industria y las aguas obtenidas por mediante el proceso de filtración.
¿Sobre qué aspectos hay que evaluar?	Sobre parámetros importantes del agua que establece la Norma TULSMA: DQO, DBO y Aceites y grasas
¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • Sánchez Acosta Ricardo Vinicio • Ing. Dilon Moya
¿Cómo se evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de muestras de agua cada 10 días • Datos de campo
¿Con qué se evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación en artículos técnicos. • Se evalúa mediante ensayos en laboratorio
¿Dónde se evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • Se evalúa en la Lavadora y Lubricadora “San Francisco” de la ciudad de Ambato. • Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH.

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1 Ubicación del Lugar de Estudio

El proyecto de investigación basado en un filtro artesanal a base de ladrillo triturado tiene como finalidad tratar las aguas residuales de una industria, el mismo que se construyó en el sitio de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco” ubicado en la ciudad de Ambato como se muestra en la Figura 1. Se lo realizó en esta industria debido a que tendría la facilidad de toma directa de las muestras y además poder observar in situ el funcionamiento del mismo.



Figura 1. Ubicación de la Industria

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente. Google Maps

3.5.2 Descripción de la Industria

La industria es un establecimiento que cuenta con instalaciones acordes a las necesidades de los usuarios, es decir áreas amplias para su estacionamiento de espera, rampas para realizar el proceso de lavado y demás servicios, además cuenta con sitios para sus clientes. Esta industria cuenta además con plantas de tratamiento para las aguas residuales que esta emana; como se muestra en la Imagen 1.



Imagen 1. Industria en Estudio

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

- La Tabla 5 muestra que la industria presta varios servicios especialmente a vehículos en gran mayoría pesados y livianos en menor cantidad

Tabla 5. Tipos de vehículos y servicios a disposición de la industria

TIPO DE VEHÍCULOS	SERVICIOS A DISPOSICIÓN
Pesados: <ul style="list-style-type: none"> • Camiones • Trailers • Buses • Furgones 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavado completo • Aspirado de interiores • Cambio de aceites • Engrasado
Vehículos Livianos	

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

- La industria al ubicarse en un sitio estratégico para dar sus servicios, esta cuenta con una gran cantidad de vehículos que acuden a él, a continuación en la Tabla 6 muestra el valor promedio de vehículos de una semana de muestreo.



Imagen 2. Autos en proceso de lavado

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

Tabla 6. Cantidad de vehículos por semana

DÍAS	FECHA	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS LIVIANOS
Lunes	11/septiembre/2017	20	4
Martes	12/septiembre/2017	18	4
Miércoles	13/septiembre/2017	21	5
Jueves	14/septiembre/2017	15	2
Viernes	15/septiembre/2017	22	4
Sábado	16/septiembre/2017	26	5
Lunes	18/septiembre/2017	21	3
Martes	19/septiembre/2017	16	2
	PROMEDIO	≈20	≈4

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

- La lavadora además dispone de un sitio, el cual está destinado al tratamiento de las aguas residuales que esta expulsa, tratándose de una trampa de grasas compuesta por dos pozos y cada uno de ellos cuenta con tres pozos más

pequeños, los mismos que atrapan las grasas y los aceites existentes en dichas aguas antes de ser descargada al sistema de alcantarillado. Esto ayuda a que el agua expulsada reduzca los niveles de contaminación y este acorde a los parámetros establecidos por las normas.

3.5.3 Funcionamiento de la Industria

Al evaluar las instalaciones de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco”, se menciona el proceso que este realiza desde su toma de agua hasta la salida del mismo.

- **Paso 1:** la industria cuenta con un tanque de gran volumen, mismo que es abastecido por agua no tratada proveniente de una acequia. Desde este punto el agua almacenada es bombeada mediante una bomba de 3600 rpm de potencia, hacia otro tanque de almacenamiento de menor capacidad a través de una tubería de presión de 63 mm.



Imagen 3. Bomba abastecedora de agua hacia el segundo tanque

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

- **Paso 2:** al almacenar un segundo tanque, desde este proceden a bombearla a presión hacia 3 diferentes puntos de salida de agua y que a partir de aquí serán tomadas para el lavado de los autos.



Imagen 4. Tanque de almacenamiento de menor capacidad y bomba de presión

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

El caudal usado será registrado y tomado en el sitio durante el tiempo que realizan las actividades diarias en una semana como muestra, mismas que se realizaran lecturas al inicio y al final cada día.

- **Paso 3:** la industria cuenta con 3 rampas las mismas que captan el agua residual generada por el lavado, estas se conectan entre si hacia un mismo punto de descarga, en donde se realizara el tratamiento del agua residual.
Al iniciar las actividades diarias, los operadores de la industria realizan actividades de limpieza, con el objetivo de que no presente taponamientos por la existencia de los residuos.

- **Paso 4:** al pasar el agua hacia los pozos de trampa de grasas, esta es tratada mediante 2 pozos, cada uno con 3 divisiones que permite retener las grasas, aceites, lodos y residuos generados por el lavado.



Imagen 5. Pozos de trampas de grasas

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

El vaciado de los pozos lo realizan cada semana ya que existe gran demanda de lavado de autos y concentración de residuos. Además existen perdidas al momento de lavar los autos, esta agua es captada por pequeñas canaletas en la parte inferior de la industria y conducida hacia cada uno de los pozos.

- **Paso 5:** una vez realizado el proceso de retención de contaminantes, el agua se dirige hacia una caja de revisión a través de un tubo PVC de 280 mm de diámetro nominal y que posteriormente será descargada hacia un sistema de alcantarillado.

El caudal de salida será registrado diariamente durante una semana, datos que serán leídos tanto de altura del tirante de la tubería que descarga, diámetro de tubería y pendientes de terreno y tubería para determinar el caudal descargado y posteriormente realizar un análisis entre caudal de entrada como de salida

3.5.4 Cálculo de caudales

3.5.4.1 Cálculo de caudal de entrada

Tabla 7. Lecturas de distancia al espejo de agua de los tanques

DIA	LECTURAS TANQUE GRANDE		LECTURAS TANQUE PEQUEÑO	
	INICIAL (m)	FINAL (m)	INICIAL (m)	FINAL (m)
MIERCOLES	0,12	0,55	1,28	1,46
JUEVES	0,55	0,98	0,63	0,84
VIERNES	1,62	2,16	0,92	1,51
SABADO	1,9	2,41	1,6	1,65
LUNES	0,03	0,53	0,41	1,31
MARTES	0,64	0,89	0,05	0,93
MIERCOLES	0,93	1,27	0,1	1,35
JUEVES	1,42	1,78	0,25	1,05

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

- **Se toma un día como muestra para realizar el cálculo del caudal**

Para determinar la hora al día se lo realizo desde el inicio de actividades 8:00 hasta finalizar 5:30, teniendo un tiempo de 9 horas 30 minutos.

$$9\text{horas} = \frac{60\text{ min}}{1\text{ h}} = 540\text{ min}$$

$$T = 540\text{ min} + 30\text{ min} = \mathbf{570\text{ min}}$$

Dimensiones tanque grande:

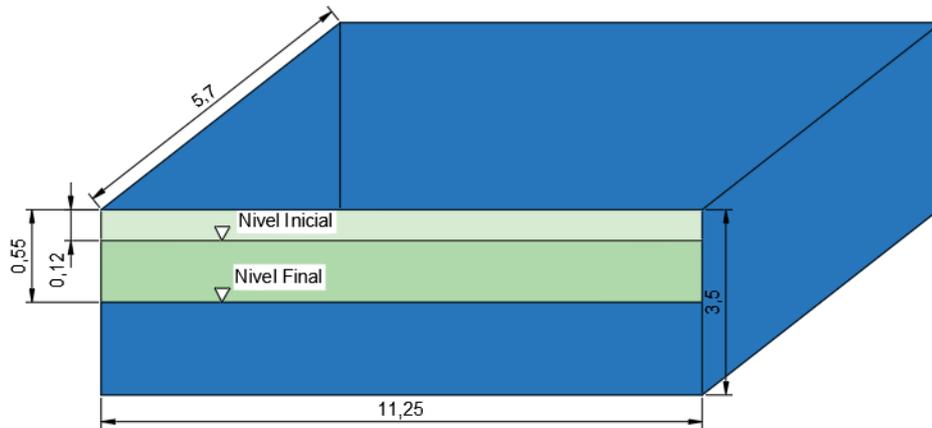


Figura 2. Dimensiones tanque de 224,40 m³ de capacidad

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

$$H_o = 0.12 \text{ m}$$

$$H_f = 0.55 \text{ m}$$

$$H_v = H_f - H_o$$

$$H_v = 0.55 \text{ m} - 0.12 \text{ m} = 0.43 \text{ m}$$

• **Cálculo área y volumen:**

$$A_{tg} = 11.25 \text{ m} * 5.70 \text{ m}$$

$$A_{tg} = 64.125 \text{ m}^2$$

$$V_{tg} = A_{tg} * H_v$$

$$V_{tg} = 64.125 \text{ m}^2 * 0.43 \text{ m}$$

$$V_{tg} = 27.57 \text{ m}^3$$

- Dimensiones tanque pequeño:

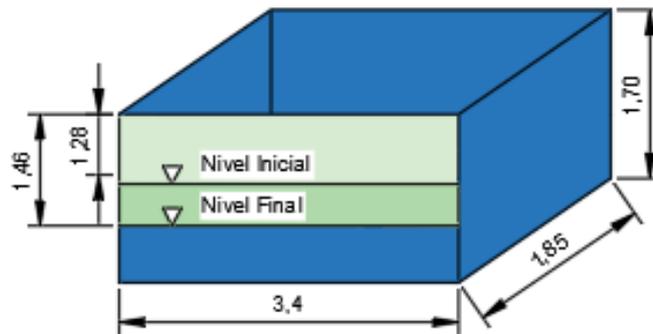


Figura 3. Dimensiones tanque de 10,70 m³ de capacidad

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

$$H_o = 1.28 \text{ m}$$

$$H_f = 1.46 \text{ m}$$

$$H_v = H_f - H_o$$

$$H_v = 1.46 \text{ m} - 1.28 \text{ m} = 0.18 \text{ m}$$

- Cálculo área y volumen:

$$A_{tp} = 3.40 \text{ m} * 1.85 \text{ m}$$

$$A_{tp} = 6.29 \text{ m}^2$$

$$V_{tp} = A_{tp} * H_v$$

$$V_{tp} = 6.29 \text{ m}^2 * 0.18 \text{ m}$$

$$\mathbf{V_{tp} = 1.13 \text{ m}^3}$$

- Cálculo del volumen total consumido

$$V_{total} = V_{tg} + V_{tp}$$

$$V_{total} = 27.57 \text{ m}^3 + 1.13 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{V_{total} = 28.71 \text{ m}^3/\text{día}}$$

- **Determinación del caudal promedio**

$$Q_p = \sum \text{caudales por día}$$

$$Q_p = \frac{(28,71 + 28,89 + 38,34 + 33,02 + 37,72 + 21,57 + 29,67 + 28,12) \text{lt/min}}{8 \text{ días}}$$

$$Q_p = 30,755 \text{ m}^3/\text{día}$$

Se procede a calcular el caudal para cada día durante una semana de actividades en la industria:

Tabla 8. Caudales de ingreso a la industria de lavado de autos

DIA	LECTURA TANQUE GRANDE (m)	LECTURA TANQUE PEQUEÑO (m)	CAUDAL m³/día
MIERCOLES	0,43	0,18	28,71
JUEVES	0,43	0,21	28,89
VIERNES	0,54	0,59	38,34
SABADO	0,51	0,05	33,02
LUNES	0,5	0,9	37,72
MARTES	0,25	0,88	21,57
MIERCOLES	0,34	1,25	29,67
JUEVES	0,36	0,8	28,12
CAUDAL PROMEDIO			30,755

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

3.5.4.2 Cálculo de caudal de salida o consumo

Para determinar el caudal de salida, se realiza la toma de datos:

Diámetro nominal de tubería: **280 mm**

Diámetro interno de tubería: **250 mm**

Rugosidad: Tubo PVC = **0.010**

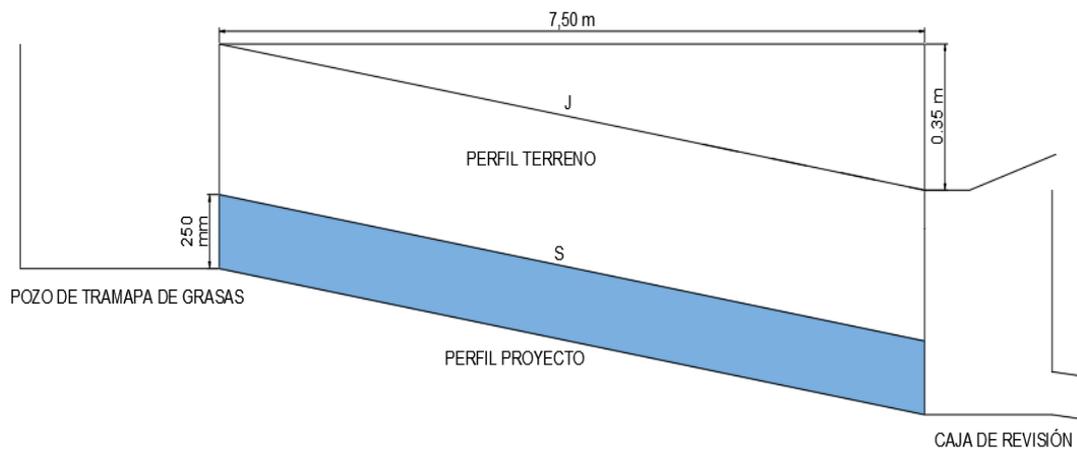


Figura 4. Pendiente terreno y proyecto
Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio
Fuente: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

- **Cálculo de la pendiente**

$$J = \frac{Dv}{Dh} * 100$$

$$J = \frac{0.35 \text{ m}}{7.50 \text{ m}} * 100$$

$$J = 4.60 \%$$

$$J = S$$

- **Cálculo del ángulo θ**

Se toma un día de lectura como ejemplo para realizar los cálculos.

Tirante $h = 1,2 \text{ cm}$

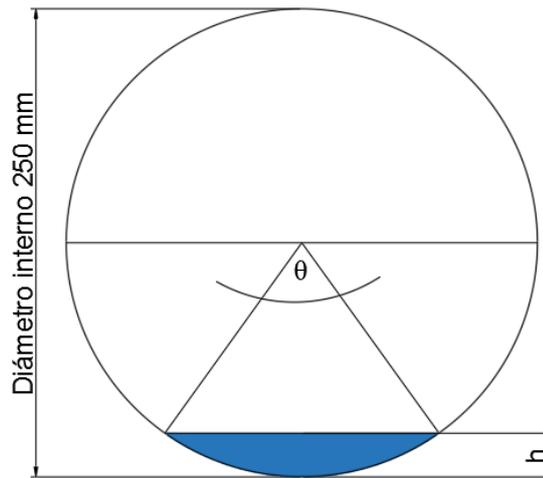


Figura 5. Esquema y dimensiones de tubería PVC

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$$

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2 * 1,2}{25}\right)$$

$$\theta = 50.62^\circ$$

- **Cálculo del caudal**

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15 * n * (2 * \pi * \theta)^{2/3}} * (2 * \pi * \theta - 360^\circ * \sin\theta)^{5/3} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{(0.25)^{8/3}}{7257.15 * 0.01 * (2 * \pi * 50.62)^{2/3}} * (2 * \pi * 50.62 - 360^\circ * \sin(50.62))^{5/3} * (0.046)^{1/2}$$

$$Q = 0.0007296 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$0.00072967 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} * \frac{8.5 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 22,33 \text{ m}^3/\text{día}$$

- **Determinación del caudal promedio**

$$Q_{salida} = \sum \text{caudales por día}$$

Q_p

$$= \frac{(22,33 + 26,49 + 35,93 + 31,02 + 35,93 + 18,54 + 26,49 + 26,49)m^3/día}{8}$$

$$Q_p = 28,15 \text{ m}^3/día$$

Se determina el caudal de salida por 8 días mismos que son representados a continuación:

Tabla 9. Lectura y determinación de caudales de salida

DÍA	TIRANTE "h" (cm)	CAUDAL m ³ /día
Miércoles	1,2	22,33
Jueves	1,3	26,49
Viernes	1,5	35,93
Sábado	1,4	31,02
Lunes	1,5	35,93
Martes	1,1	18,54
Miércoles	1,3	26,49
Jueves	1,3	26,49
CAUDAL PROMEDIO		27,90

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Lavadora y Lubricadora "San Francisco"

- **Cálculo de la cantidad de agua por vehículo**

Se determina de acuerdo al valor del promedio del caudal de consumo para el promedio de la cantidad de autos lavados por semana.

$$V_{por\ auto} = \frac{\text{Promedio consumo}}{\text{promedio autos}}$$

$$V_{por\ auto} = \frac{27,90 \text{ m}^3/día}{24 \text{ autos/día}} \approx 1,15 \text{ m}^3/vehículo\ pesado$$

3.5.5 Descripción del diseño del filtro de ladrillo triturado

Los cálculos para el diseño del filtro se muestran en el Anexo 2.4. A continuación se realizara la descripción paso a paso de cada cálculo realizado.

Los parámetros tomados para el diseño del filtro permitirán tener un modelo acorde a lo que se plantea obtener con respecto a resultados de remoción de contaminantes de las aguas residuales y además realizadas para condiciones más críticas que este puede tener.

Para el diseño a realizar se tomó primeramente la cantidad de consumo que este tendría durante 24 horas, proponiendo un tanque de 55 galones como primer parámetro tomado, el mismo que se debería consumir cierta cantidad en este tiempo.

La cantidad de consumo durante el tiempo propuesto debe ser $\frac{2}{3}$ del volumen total del tanque, es decir 40 gal/día. Al consumir esta cantidad el tanque tendrá un sobrante del $\frac{1}{3}$ del volumen total por día, esto ayudara a que funcionamiento del filtro no pierda altura de carga y este contiene su proceso de acuerdo a lo esperado.

El caudal calculado de 0.105 lt/min, es un parámetro fundamental del diseño del filtro, puesto que este se deberá regular al momento de poner en funcionamiento nuestro prototipo.

- **Volumen del material**

Uno de los parámetros fundamentales del prototipo es el volumen del material filtrante que se va a usar, el mismo que es asumido como un valor de 35 lt, esto se lo tomo en base a la facilidad de construcción y análisis del material, mas no del diseño en general del filtro, puesto que esta investigación está encaminada a la eficiencia que tiene el ladrillo triturado como medio filtrante de esta investigación.

- **Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)**

Uno de los parámetros que se toma en cuenta para el diseño del filtro es el TRH, el mismo que es usado para filtros anaeróbicos de flujo ascendente y anaeróbicos convencionales.

Para determinar el TRH primero se determina como un parámetro de diseño el volumen de material filtrante que se mencionó anteriormente.

Según la Tabla 3.1 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento – FAFA.[37] Presenta criterios de diseño referente a filtros anaeróbicos para el post tratamiento de efluentes. En donde se procede a verificar según el resultado obtenido en la Tabla: Criterios de diseño para filtros anaeróbicos aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios, que se encuentra en el Anexo 2.4

El TRH de 5.55 horas tomado, está comprendido entre 5 a 10 horas corresponde a un gasto promedio y además que se encuentra en un rango inferior a las condiciones más críticas durante el proceso de filtración, por lo tanto dependiendo del TRH para determinar el caudal de diseño se procede a relacionar con el volumen asumido del material.

Al verificar que para los datos asumidos y calculados, el caudal de diseño obtenido es correcto por lo que se procede a la aceptación del parámetro y ponerlo en funcionamiento del filtro.

- **Dimensiones del Medio Filtrante**

Dependiendo del volumen de material, se propone el uso de un recipiente plástico, el mismo que será verificado si es capaz de contener dicho volumen. Se eligió un recipiente comercial que cumple con las dimensiones propuestas, siendo este el Guardamovil Grande, mismo que contendrá el material para el proceso de filtración durante el tiempo propuesto de 90 días.

3.5.6 Elaboración del medio filtrante de ladrillo triturado

En lo referente al filtro, se realizó una estructura metálica para su soporte con alturas adecuadas para que este pueda debidamente realizar su función; se usó recipientes plásticos de 55 galones, el mismo que servirá para el almacenamiento del agua residual proveniente de la industria; el segundo recipiente servirá para el almacenamiento del material filtrante, en una cantidad estimada por del diseño del filtro. Además se usó material PVC y llaves de paso de agua de ½” para las conexiones requeridas.

Como elemento filtrante para la construcción del filtro se usó material de uso de construcción como es el ladrillo, el mismo que se obtuvo en la fábrica que los elaboran en la ciudad de Ambato sector La Victoria, para el uso de este material se lo requirió triturar hasta obtener un tamaño de grano, con una medida comprendida y aceptada entre la malla 3/8" pasa y la malla # 4 retiene, previamente se realizó una curva granulométrica de dicho material.



Imagen 6. Obtención del material filtrante

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la carrera de Ingeniería Civil

Al disponer de los materiales que servirán para la construcción del filtro en estudio, se colocó el recipiente de mayor capacidad en la parte superior de la estructura conectado con los accesorios de PVC, el que permitirá el descenso del agua residual hacia el filtro; en la parte inferior de la estructura se colocó el recipiente pequeño, el mismo que contendrá el material filtrante en una cantidad volumétrica de 35 litros, con una pendiente considerada en el diseño, esto servirá para recolectar el agua filtrada y conducida hacia la parte más baja para su descarga.

Antes de realizar el proceso de filtración fue necesario tomar en cuenta ciertos parámetros como la ubicación donde se iba a instalar el filtro, considerar el agua residual última de la planta de tratamiento que la industria dispone, la misma que se tomó para llenar el recipiente, posteriormente para realizar la filtración se debió ajustar mediante una llave de paso un caudal de 0.105 lt/min. Este caudal fue calculado para el diseño del filtro como uno de los parámetros importantes, en donde

durante 24 horas de filtración el tanque superior descargue 2/3 de su capacidad y así no perder la presión de carga del agua almacenada.

3.5.7 Proceso de muestreo

Una vez iniciado el proceso de filtración se procedió a realizar la toma de datos en campo, el mismo que consistía en la observación del proceso y cambios que presente el filtro; además la toma de 10 muestras durante 90 días de proceso, mismas que sirvieron para realizar los análisis requeridos.

Para el muestreo del agua residual y/o filtrada y el traslado de las mismas se lo realizó de acuerdo a lo especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169 [38], en la cual menciona lo siguiente:

- Problemas o variaciones que afectan una muestra:

La temperatura y la exposición a la luz son problemas comunes, puesto que pueden afectar a los resultados reales de una muestra. Son considerados problemas también a las manipulaciones de las mismas como el tiempo de reposo y la agitación durante el transporte de la muestra.

Al conocer que la muestra al ser tomada no va a ser analizada en el sitio se debe tomar en cuenta lo requerido en esta norma para ser transportada al laboratorio para su debido análisis.

- Tipo y uso de recipientes adecuados:

El tipo de recipiente a ser usado será de vidrio ámbar, este ayudará a que la muestra conserve los organismos o sustancias existentes, además a no reducir las actividades fotosensitivas considerablemente. Es recomendable además usar en ciertos casos, recipientes desechables, debido a que los contaminantes de una muestra antes usada no afectan a una nueva.

Antes de llenar el recipiente con la muestra se debe lavar con agua y detergente con el propósito de retirar ciertas partículas existentes en él, enjuagar con agua destilada y posteriormente homogenizarla con la muestra.

- Toma de muestra e identificación:

Al tomar la muestra para los análisis físico-químicos, se deberá llenar el recipiente en su totalidad, con el cuidado que no exista aire dentro del recipiente, esto ayudara a que no exista agitación.

Cada recipiente de muestra que se tome deben llevar una identificación, en la cual debe constar datos específicos y claros, mismos que servirá para no tener errores al momento de realizar los análisis en el laboratorio; los datos que esta identificación debe tener son: nombre de la industria, nombre de la persona que está a cargo, fecha y hora de muestreo, tipo de muestra, parámetros a realizarse.

- Refrigeración y transporte de la muestra:

Para la conservación de la muestra tomada se requiere guardarlas en temperaturas bajas de entre 2°C y 5°C en baño de hielo o en refrigerador, lo que ayudara a proteger de los rayos de luz y mantener la muestra sin variaciones, mientras se lo transporta al laboratorio ya que el enfriamiento no es un método de conservación de largo tiempo.

Durante el transporte de las muestras se debe guardar en un lugar fresco y protegidas de la luz y de ser posible colocar en recipientes individuales; al transcurrir un tiempo fuera de lo permitido este se dará a conocer a un especialista.

- Recepción de las muestra en el laboratorio

El realizar la recepción de las muestras es indispensable que el encargado tome nota de código del recipiente para su registro, es importante que los análisis se los realice inmediatamente o si se lo va conservar para su posterior análisis, se deberá disponer de refrigeradoras o lugares frescos y oscuros, impidiendo cambios o variaciones en su contenido.

Los parámetros que se tomaron en cuenta para el análisis de las muestras tanto del agua residual como la tratada o filtrada son las siguientes:

- DQO
- DBO₅
- Aceites y grasas

Al obtener los datos de análisis es necesario verificar si se ha realizado las muestras en su totalidad, puesto que es 1 muestra de agua residual y 9 muestras filtradas. Después se deberá realizar un análisis de datos, mismos que se tomara en cuenta el tiempo del proceso de filtración y los valores obtenidos para posteriores comparaciones.

En base a la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes recurso agua: TULSMA [24]. Los datos obtenidos de los análisis realizados en el laboratorio de realizar la comparación con los valores y límites especificados en esta norma en lo que concierne a evacuación al sistema de alcantarillado.

Para la determinación de la efectividad del filtro de ladrillo triturado se realizara la tabulación de los datos obtenidos, mismos que nos permitirá conocer por medio de gráficos que mostraran su eficiencia a lo largo del proceso de filtración.

3.5.8 Proceso de caracterización del ladrillo triturado



Imagen 7. Caracterización del ladrillo triturado en la maquina microscopio electrónico de barrido (SEM)

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Laboratorio de materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica

Al finalizar el proceso de filtración, fue necesario realizar un análisis del material que permita comprender los cambios y/o modificaciones que este ha sufrido durante el proceso; para obtener mejores resultados se requirió realizarlo siguiente:

- **Paso 1:** obtener dos muestras del ladrillo triturado, una sin alteraciones y otra alterada después de la filtración.
- **Paso 2:** estas muestras requirieron un proceso de secado, así colocándolos en el horno a una temperatura de 40°C durante 24 horas.
- **Paso 3:** preparamos el equipo microscopio electrónico de barrido y a la vez las muestras que serán colocadas en la cámara para su posterior observación.
- **Paso 4:** una vez ingresado el material se procese a visualizar el material en alto vacío, mismo que permite obtener mejor visualización de la muestra ya que permite la conducción de electrones libremente y permita realizar el barrido.
- **Paso 5:** se realiza la visualización a diferentes enfoques que permitan comprender las características superficiales del material.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1 Caudal de entrada

La industria de lavadora de autos, cuenta con dos tanques de reserva de agua no tratada, mismas que son abastecidas por una acequia; el primer tanque posee una capacidad de 224.40 m³ y el segundo con una capacidad de 10.70 m³, que están conectados entre sí.

El volumen de ingreso medido mediante el sistema de limnómetro, representa el nivel del agua del tanque “H”, con lo cual se obtendrán caudales diarios y estos a la vez representados en el gráfico 1.

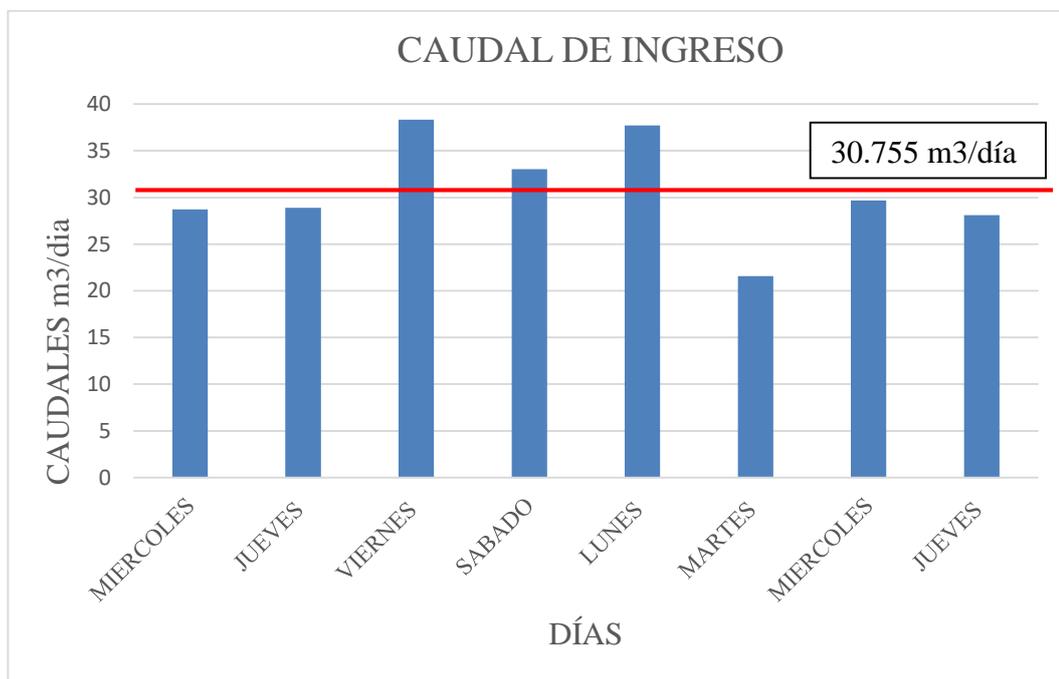


Gráfico 1. Caudal de ingreso

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

4.1.2 Caudal de salida o consumo

En cuanto a la determinación del caudal de salida o de consumo, mediante lecturas en campo y toma de datos, se da conocer el caudal diario y promedio semanal de consumo de la industria de lavado de autos. Siendo así el tirante “h”, diámetro de tubería por el cual circula el agua residual, pendiente de tubería y a la vez de terreno, datos que influyen el cálculo de dicho caudal y que son representados en el gráfico 2.

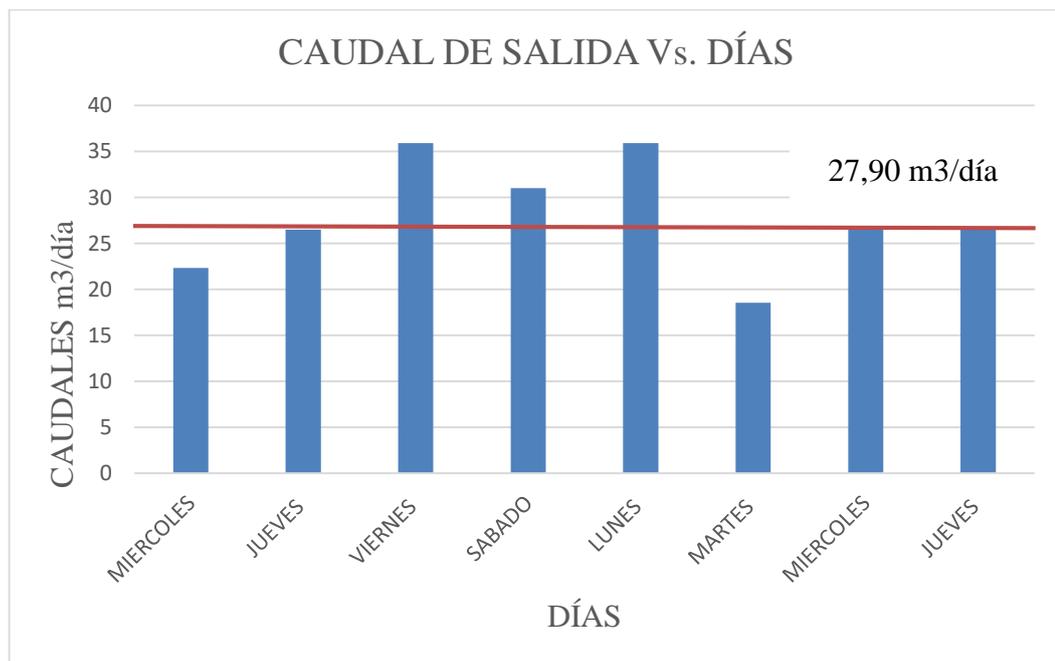


Gráfico2. Caudal de salida o consumo

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Lavadora y Lubricadora “San Francisco”

4.1.3 Análisis de caudales

Al conocer los caudales de la industria de lavadora de autos, tanto de entrada como de salida o consumo, al realizar una evaluación y comparación entre sí, muestra que el caudal de ingreso es mayor al caudal de salida, esto debido a que el caudal de salida es el consumo que genera la lavadora de autos al momento de realizar sus actividades. Así, mediante los datos obtenidos del caudal de salida, da a conocer el consumo promedio que genera la industria de lavado de autos y a la vez con el promedio de autos lavados conocer la cantidad de agua consumida por auto que es aproximadamente 1,15 m³ por cada vehículo.

4.1.4 Caracterización del material

4.1.4.1 Caracterización del Ladrillo Triturado Antes de la Filtración

Las imágenes obtenidas por la máquina del SEM, se observa en la primera vista de enfoque 25x que el ladrillo presenta a simple vista poros e irregularidades que existen en la superficie del material.

En la segunda vista de 539x, el material está compuesto por una gran cantidad de poros y hendiduras de formas circulares y ovoideas, estas presentan varios tamaños desde 2 μm hasta 25 μm y 5 μm hasta 25 μm respectivamente, estos son causados por la elaboración misma del ladrillo, puesto que este se lo realiza por cocción y a través de este proceso son generados gran cantidad de estas irregularidades.

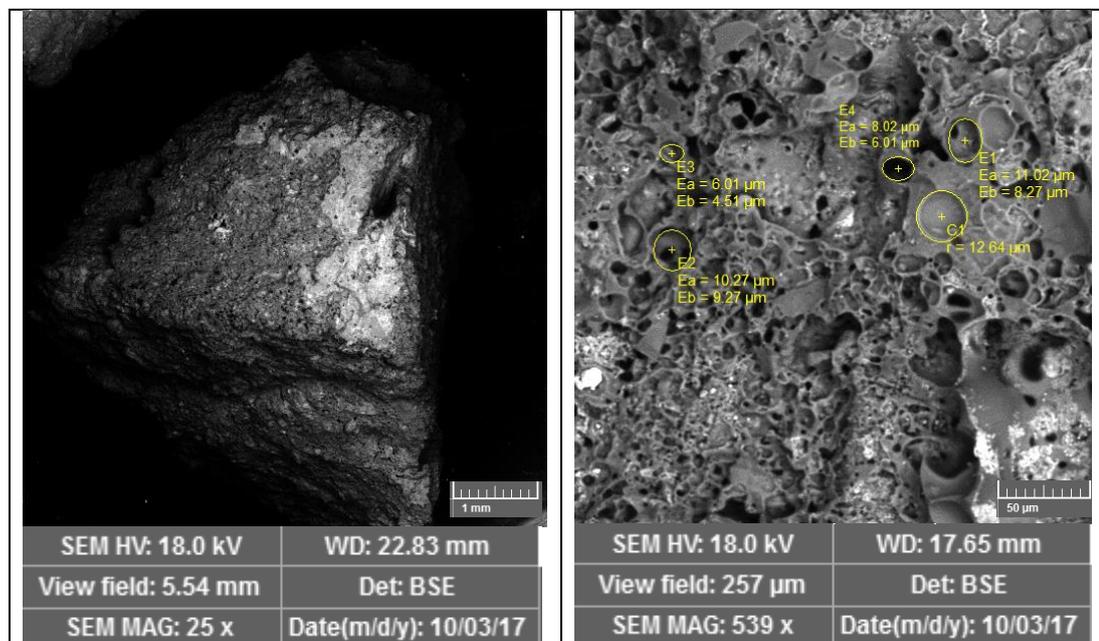


Imagen 8. Caracterización del ladrillo triturado sin alteración

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Laboratorio de materiales de la Carrera de ingeniería Mecánica

4.1.4.2 Caracterización del Ladrillo Triturado Después de la Filtración

En la primera vista de enfoque 35x, se observa a simple vista que la partícula de ladrillo triturado después de la filtración, este quedo totalmente cubierto por residuos de las aguas residuales que se trataron.

Al observar la muestra en enfoque 642x, se observa que en toda su totalidad en poros y hendiduras existentes en la muestra sin alteración, ha sido recubierta por contaminantes provenientes de la industria. Aquellos contaminantes que se observa son residuos de lodos, aceites y grasas; estas durante el proceso de filtración han sido retenidas por el material filtrante de ladrillo triturado. Se observa además pequeñas siluetas o fracturas circulares en esta muestra, el análisis visual aparenta que en estos lugares sean los bordes de los poros y hendiduras de la muestra inicial; se logra apreciar en la imagen 13 residuos que han sido retenidos con una medida aproximada que van desde 1 μm hasta 15 μm .

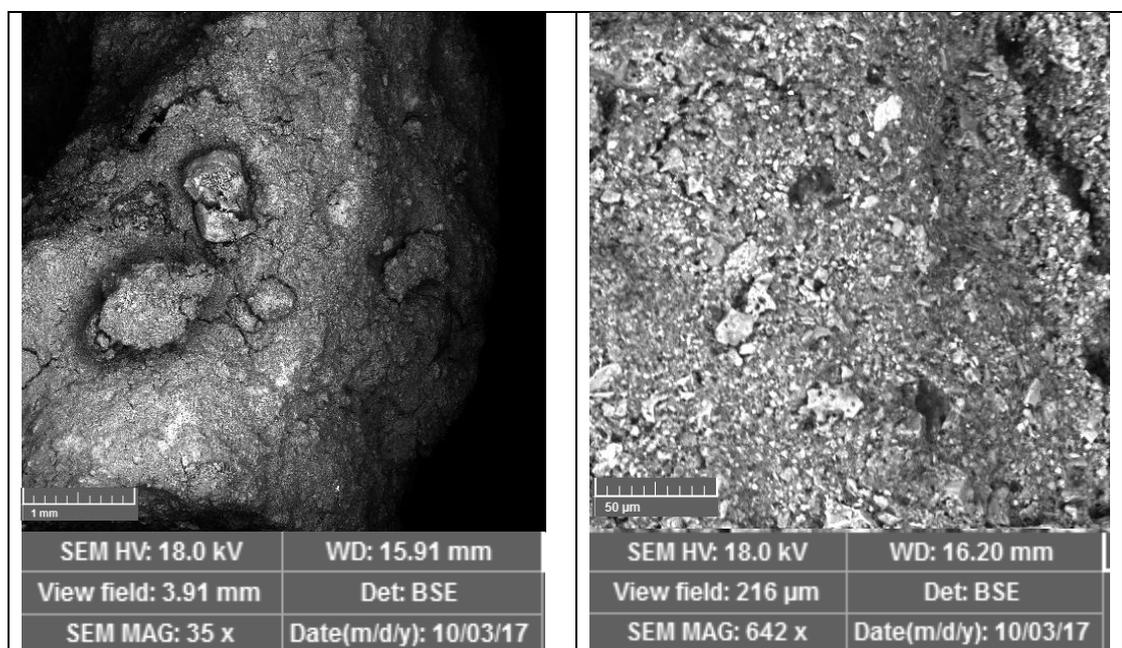


Imagen 9. Caracterización del ladrillo triturado alterado

Elaborado por: Sánchez Acosta Ricardo Vinicio

Fuente: Laboratorio de materiales de la Carrera de ingeniería Mecánica

4.1.4.3 Análisis de las muestras de ladrillo triturado

Una vez realizado el análisis visual de las muestras, da a conocer la eficiencia del ladrillo triturado como material para filtro en cuanto a la retención de partículas contaminantes, dando así a conocer una propiedad importante de éste material como es la adsorción, ya que a través de este se retuvo gran cantidad de lodos, grasas y aceites que la industria descarga.

Las imágenes SEM han aportado en cuanto a la verificación de las características de un material antes y después de ser alterado. En este proyecto investigativo ha contribuido a la verificación de parámetros propuestos, uno de ellos es corroborar la eficiencia del ladrillo triturado como filtro para la retención de grasas aceites y lodos.

4.1.5 Resultados de los Análisis

Los valores de los parámetros analizados para el efluente en estudio son mostrados a continuación en las tablas 11-20.

- **Muestra 1:**

Tabla 10. Muestra de agua residual sin tratamiento

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	246
DQO	mg/l	2715
DBO ₅	mg O ₂ /l	1328

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 2**

Tabla 11. Muestra filtrada a los 10 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	236
DQO	mg/l	930
DBO ₅	mg O ₂ /l	387

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 3**

Tabla 12. Muestra filtrada a los 20 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	214
DQO	mg/l	1560
DBO ₅	mg O ₂ /l	734

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 4**

Tabla 13. Muestra filtrada a los 30 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	188
DQO	mg/l	1125
DBO ₅	mg O ₂ /l	646

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 5**

Tabla 14. Muestra filtrada a los 40 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	146
DQO	mg/l	1118
DBO ₅	mg O ₂ /l	520

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 6**

Tabla 15. Muestra filtrada a los 50 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	82
DQO	mg/l	1275
DBO ₅	mg O ₂ /l	515

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 7**

Tabla 16. Muestra filtrada a los 60 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	47
DQO	mg/l	1462
DBO ₅	mg O ₂ /l	548

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra de 8**

Tabla 17. Muestra filtrada a los 70 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	5.2
DQO	mg/l	1467
DBO ₅	mg O ₂ /l	553

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 9**

Tabla 18. Muestra filtrada a los 80 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	0.16
DQO	mg/l	948
DBO ₅	mg O ₂ /l	405

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

- **Muestra 10**

Tabla 19. Muestra filtrada a los 90 días

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
Aceites y Grasas	mg/l	0.11
DQO	mg/l	1258
DBO ₅	mg O ₂ /l	624

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo

4.1.6 Recopilación de datos por parámetro

Se presenta los valores de los resultados obtenidos de los análisis realizados en el laboratorio, mismos que serán representados por graficas que permitan comprender su cambio durante el tiempo de filtración.

4.1.6.1 Resultados de Aceites y Grasas

La Tabla 21 muestra los valores obtenidos durante el proceso de filtración conjunto con las unidades que los aceites y grasas son medidos, en base a estos valores; el Gráfico 3 ayuda a comprender el comportamiento descendente a través de puntos el nivel de contaminación removida del agua.

Tabla 20. Resultados de análisis (Aceites y Grasas)

RESULTADOS DE ANÁLISIS			
MUESTRA	UNIDAD	DÍAS	ACEITES Y GRASAS
1	mg/l	1	246
2	mg/l	10	236
3	mg/l	20	214
4	mg/l	30	188
5	mg/l	40	146
6	mg/l	50	82
7	mg/l	60	47
8	mg/l	70	5,2
9	mg/l	80	0,16
10	mg/l	90	0,11

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Informes de análisis Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)

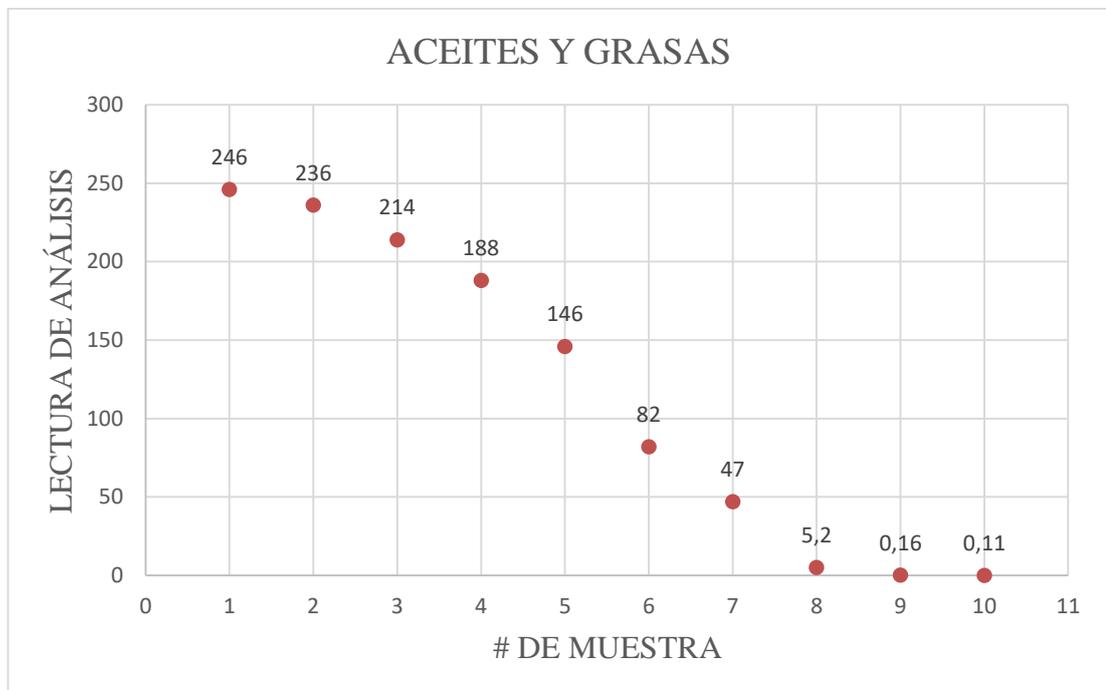


Gráfico 3. Comportamiento de los aceites y grasas durante la filtración

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Datos de informes de análisis

4.1.6.2 Resultados de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Los resultados recopilados de la DQO obtenidos en el laboratorio durante el proceso de filtración son mostrados en la Tabla 22 y en base a estos valores se elaboró el Gráfico 4 para mejor comprensión del comportamiento de este parámetro analizado.

Tabla 21. Resultados de análisis (Demanda Química de Oxígeno)

RESULTADOS DE ANÁLISIS			
MUESTRA	UNIDAD	DÍAS	DQO
1	mg/l	1	2715
2	mg/l	10	930
3	mg/l	20	1560
4	mg/l	30	1125
5	mg/l	40	1118
6	mg/l	50	1275
7	mg/l	60	1462
8	mg/l	70	1467
9	mg/l	80	948
10	mg/l	90	1258

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Informes de análisis Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)

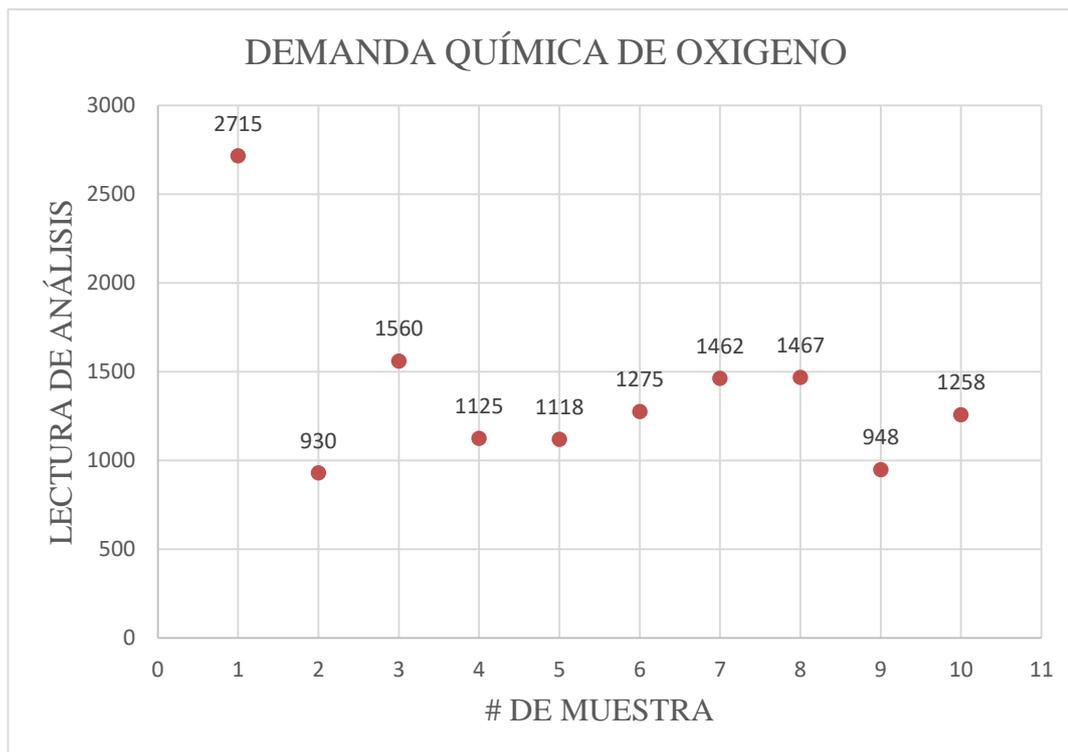


Gráfico 4. Comportamiento de la demanda química de oxígeno durante la filtración

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Datos de informes de análisis

4.1.6.3 Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Los valores obtenidos de los análisis de las aguas tanto filtrada como residual son mostrados en la Tabla 23 y posteriormente en base a estos valores se muestra además el Gráfico 5, que indica la variación de niveles de contaminación durante el proceso de filtración.

Tabla 22. Resultados de análisis (Demanda Bioquímica de Oxígeno)

RESULTADOS DE ANÁLISIS			
MUESTRA	UNIDAD	DÍAS	DBO ₅
1	mg/l O ₂ /l	1	1328
2	mg/l O ₂ /l	10	387
3	mg/l O ₂ /l	20	734
4	mg/l O ₂ /l	30	646
5	mg/l O ₂ /l	40	520
6	mg/l O ₂ /l	50	515
7	mg/l O ₂ /l	60	548
8	mg/l O ₂ /l	70	553
9	mg/l O ₂ /l	80	405
10	mg/l O ₂ /l	90	624

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Informes de análisis Laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)

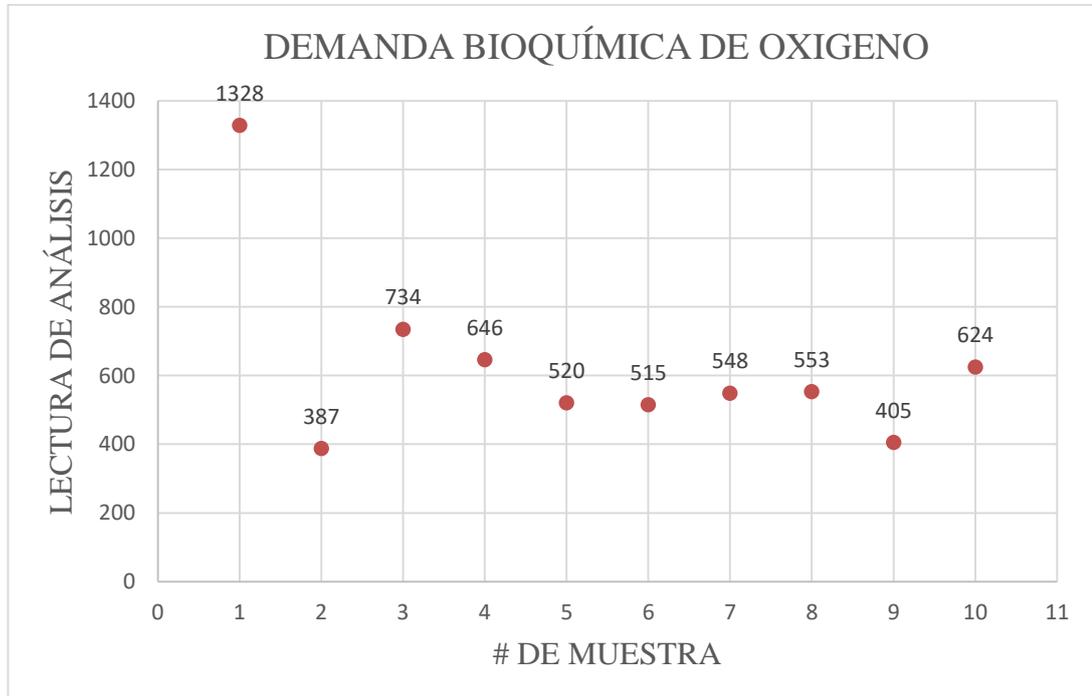


Gráfico 5. Comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno durante la filtración

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Datos de informes de análisis

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1 Análisis de Eficiencia Por Parámetro

Para determinar la eficiencia en base a los resultados obtenidos se emplea la siguiente formula, misma que nos permitirá conocer en porcentaje la eficiencia del material para cada parámetro.

$$Eficiencia = \frac{M_i - M_f}{M_i} * 100$$

4.2.1.1 Análisis de aceites y grasas

Al momento de iniciar el proceso de filtración, el valor del análisis de agua residual sin tratar es de 246 mg/l, mismo que a través del tiempo reduce su valor constantemente, esto es representado en los análisis realizados cada 10 días y el valor final obtenido de 0,11 mg/l.

Tabla 23. Porcentaje de eficiencia de aceites y grasas

EFICIENCIA ACEITES Y GRASAS		
MUESTRA 1 AGUA RESIDUAL (mg/l) =		246
MUESTRA	RESULTADO FINAL (mg/l)	% EFICIENCIA
2	236	4,07
3	214	13,01
4	188	23,58
5	146	40,65
6	82	66,67
7	47	80,89
8	5,2	97,89
9	0,16	99,93
10	0,11	99,96

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Esto da a conocer que el material usado para tratar las aguas provenientes de lavado de autos es eficiente; al analizar los valores de los resultados obtenidos, estos

disminuye hasta lo mínimo, teniendo así un valor del 100% de contaminación de agua residual sin tratar, contra una reducción del 99.96 % en el valor de aceites y grasas, datos mostrados en la Tabla 24.

Un indicador en el cual se basa la eficiencia del material para este parámetro, es la modificación de las partículas del ladrillo triturado, puesto que al finalizar el proceso de filtración se observó el material retenido en el interior del filtro y adheridas a cada una de estas, al mismo tiempo que varias partículas cambiaron su dimensión.

4.2.1.2 Análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Antes del proceso de filtración, el resultado del análisis de DQO del agua residual fue de 2715 mg/l, tomado como un valor porcentual de 100%, esto nos da a conocer que existe una elevada concentración de contaminantes en el agua, además que este valor es propio de una industria al momento de realizar sus actividades.

Tabla 24. Porcentaje de eficiencia de la DQO

EFICIENCIA DQO		
MUESTRA 1 AGUA RESIDUAL (mg/l) =		2715
MUESTRA	RESULTADO FINAL (mg/l)	% EFICIENCIA
2	930	65,75
3	1560	42,54
4	1125	58,56
5	1118	58,82
6	1275	53,04
7	1462	46,15
8	1467	45,97
9	948	65,08
10	1258	53,66

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Durante el proceso de filtración se observa que este valor para la primera muestra disminuye significativamente hasta un valor de 930 mg/l con un porcentaje de

contaminación de 34.25%, siendo este el valor mínimo que alcanza durante los 90 días de proceso; llegando así a una eficiencia del ladrillo triturado de 65.74% a los primeros días de filtrado.

A partir de los 20 días los valores de DQO van en ascenso y descenso hasta llegar a un valor final obtenido de los resultados de 1258 mg/l, con un porcentaje de eficiencia final del 53.66%, valores de porcentaje que son mostrados en la Tabla 25 para todas las muestras analizadas. Al obtener estos valores que permiten comprender el comportamiento del DQO, se menciona que el ladrillo triturado como filtro para tratar este parámetro en aguas residuales provenientes del lavado de autos no es eficiente.

4.2.1.3 Análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

El resultado del análisis de DBO₅ del agua residual fue de 1328 mg O/l, tomado como un valor porcentual de 100% de contaminación existente en las aguas que esta industria descarga.

Tabla 25. Porcentaje de eficiencia de la DBO₅

EFICIENCIA DE LA DBO₅		
MUESTRA 1 AGUA RESIDUAL (mg/l) =		1328
MUESTRA	RESULTADO FINAL (mg O₂/l)	% EFICIENCIA
2	387	70,86
3	734	44,73
4	646	51,36
5	520	60,84
6	515	61,22
7	548	58,73
8	553	58,36
9	405	69,5
10	624	53,01

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Durante el proceso de filtración mostrada en la (Grafica 5), se observa que este valor para la primera muestra disminuye hasta un valor de 387 mg O₂/l con un porcentaje de contaminación de 29.14%, siendo este el valor mínimo que alcanza el tiempo de proceso; llegando así a una eficiencia del ladrillo triturado de 70.85% a los primeros días de filtrado.

A partir de los 20 días los valores de resultados de este parámetro van en ascenso y descenso al igual que el DQO, así llegando a un valor final obtenido de los resultados de 624 mg O₂/l, con un porcentaje de eficiencia final del 53.01%, así para los valores de eficiencia se muestran en la Tabla 26.

Al obtener estos valores que permiten comprender el comportamiento del DBO₅, se menciona que el ladrillo triturado como filtro para tratar este parámetro en aguas residuales provenientes del lavado de autos no es eficiente.

4.2.1.4 Eficiencia cuadro resumen

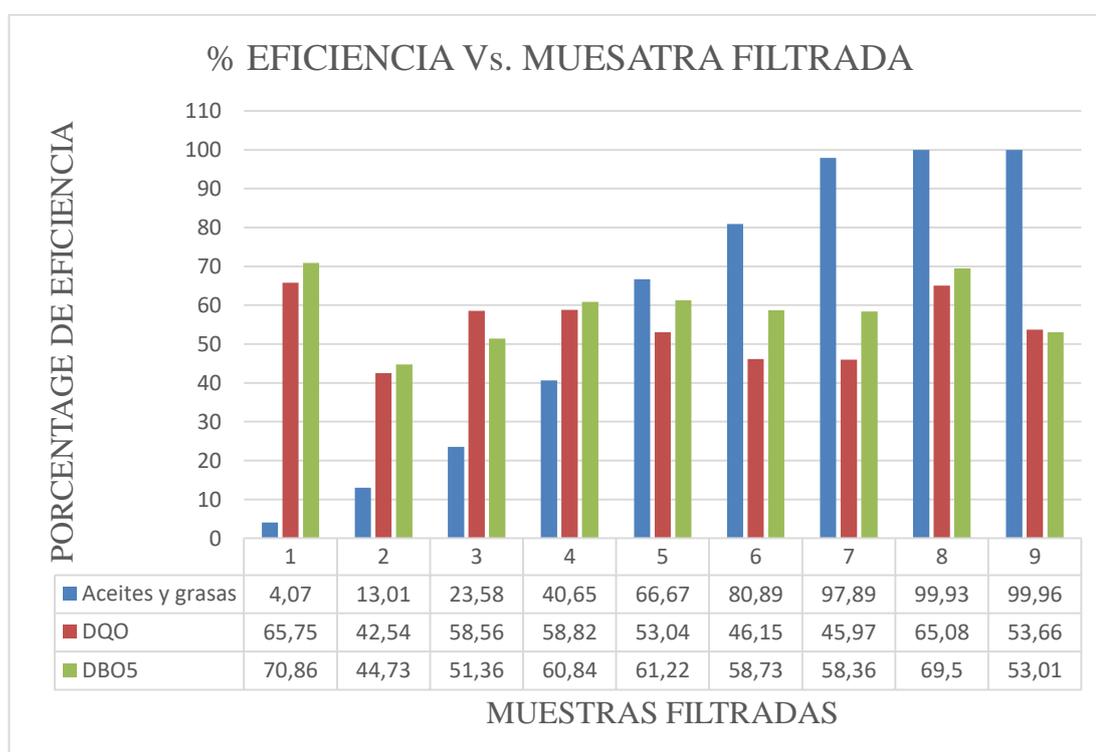


Gráfico 6. Cuadro resumen de la eficiencia del ladrillo triturado

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Resultados de los análisis de muestras filtradas

4.2.2 Comparación de Resultados

La comparación de los resultados obtenidos se los realizan cuanto a los análisis de una muestra residual sin filtración, muestra filtrada, además con los límites aceptables de cada parámetro para la evacuación de aguas residuales hacia un sistema de alcantarillado, los cuales están descritos en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

4.2.2.1 Comparación de los Resultados de Aceites y Grasas

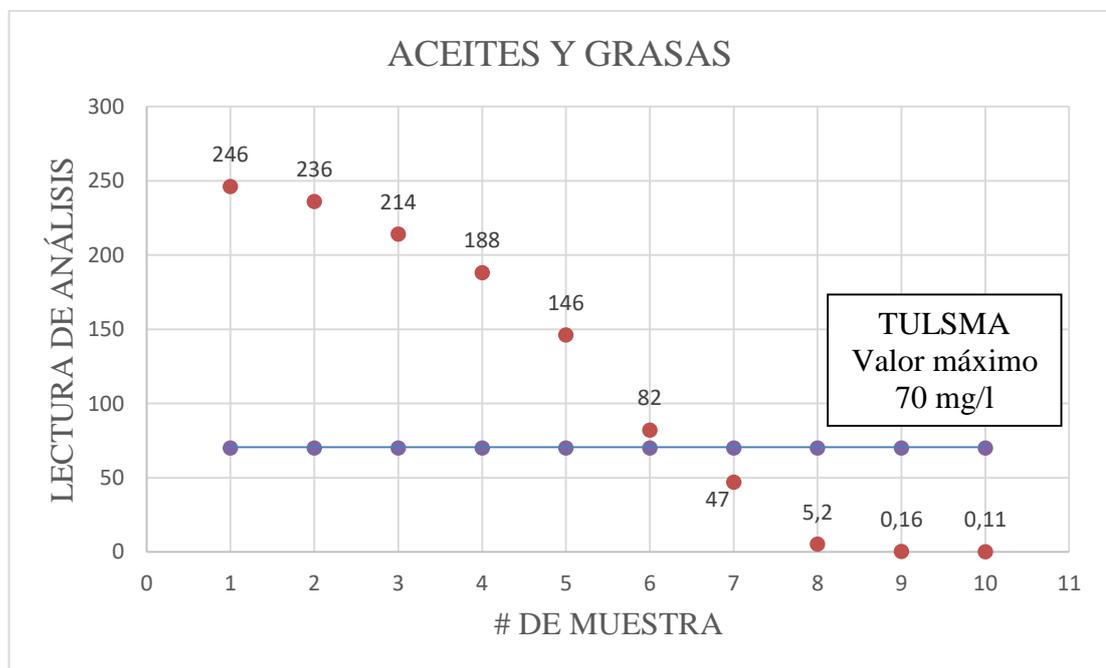


Gráfico 7. Comparación de resultados de aceites y grasas con límites aceptables

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, página 22

En cuanto al límite aceptable que permite la descarga hacia el sistema de alcantarillado es 70 mg/l para grasas y aceites, al observar el comportamiento de este parámetro durante los 90 días de tratamiento, se puede apreciar que a partir de los 60 días de filtración se obtiene un resultado adecuado de 47 mg/l, mismo que está dentro del límite como indica el Gráfico 7 y por ende decir que el ladrillo triturado es un material eficiente con un valor de 99,95% en cuanto al tratamiento de este parámetro

ya que ayuda a la eliminación de los aceites y grasas de estas aguas residuales industriales provenientes de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco”.

4.2.2.2 Comparación de Resultados de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

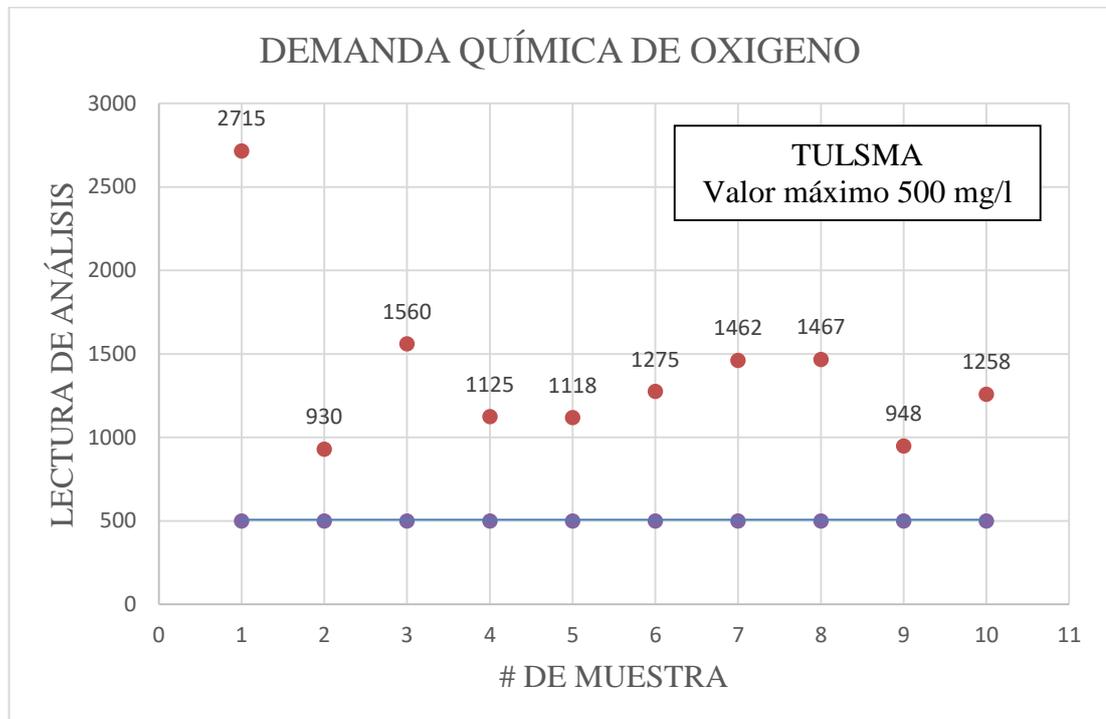


Gráfico 8. Comparación de resultados de la DQO con límites aceptables

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, página 22

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede decir que el grado de contaminación de DQO a pesar que este disminuyo desde 2715 mg/l siendo el 100% hasta un 34.25%, este no llega a alcanzar el límite propuesto por la tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, el mismo que es de 500 mg/l como límite máximo que una muestra debe presentar.

Así mostrando en el Gráfico 8 la comparación de los datos obtenidos con este límite, verificando que las muestras filtradas no llegan a 500 mg/l, por lo tanto se dice que el ladrillo triturado es un material deficiente para el tratamiento de DQO de las aguas provenientes de las lavadoras de autos.

4.2.2.3 Comparación de Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

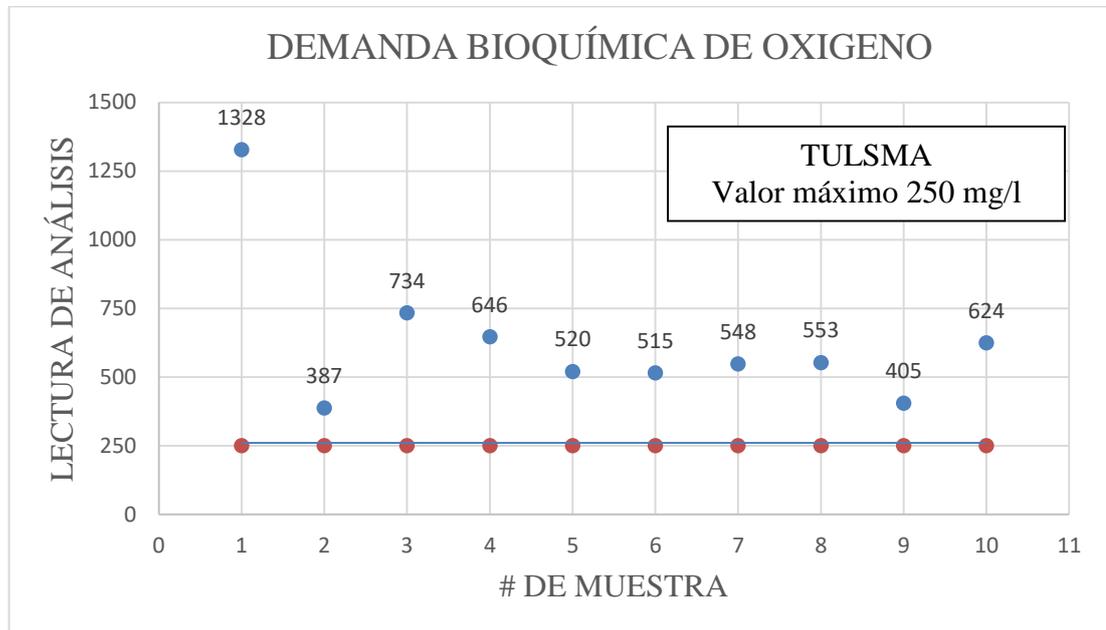


Gráfico 9. Comparación de resultados de la DBO₅ con límites aceptables

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, página 22

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede decir que el grado de contaminación de DBO₅ redujo significativamente desde 100% de contaminación que la muestra de agua poseía, 70.85% representa un valor admisible en porcentaje para un tratamiento de contaminantes, pero este no llega a alcanzar el límite propuesto por la tabla 9. Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, el mismo que es de 250 mg O₂/l como límite máximo que una muestra debe presentar.

Así mostrando en el Gráfico 9 la comparación de los datos obtenidos con este límite, verificando que las muestras filtradas no llegan a 250 mg O₂/l, por lo tanto se dice que el ladrillo triturado es un material deficiente para el tratamiento de DBO₅ de las aguas provenientes de las lavadoras de autos.

4.2.3 Análisis crítico y personal

4.2.3.1 Análisis crítico

El uso de filtros en las industrias permite conocer la contaminación que éstas generan, para así mediante la implementación de filtros como una posible solución disminuir niveles de contaminantes. El proyecto experimental del filtro de ladrillo triturado es una contribución importante para conocer la eficiencia del material en uso para el tratamiento de aguas residuales; para ello se realizó análisis en el laboratorio de muestras tomadas a través del filtro para un efluente de lavadora de autos, en donde la eficiencia en los parámetros analizados como aceites y grasas es de (99,96%), DQO y DBO5 sus valores de eficiencia oscilan entre (50 % a 60%).

Mediante los resultados obtenidos de los parámetros analizados, es claro dar a conocer que el material usado aporta a la eliminación de aceites y grasas del agua residual de lavadoras de autos. Así mismo cabe recalcar que este material reduce los índices de contaminación de los demás parámetros pero no llega a satisfacer las demandas o límites para cada parámetro.

Es así que en investigaciones previas en donde la cerámica de arcilla (ladrillo) fue usado como filtro de aguas residuales, para remoción de sólidos y microorganismos presentan beneficios en cuanto al promedio de eficiencia final obtenido de 86,25 %, siendo este un valor positivo donde muestra que este material contribuye a la descontaminación de efluentes, pudiendo ser parte de un sistema de pre tratamiento con varios materiales en industrias para la reducción del nivel contaminante que estas generen, para resultados más eficientes.

4.2.3.2 Análisis personal

El filtro a base de ladrillo triturado para tratar el agua residual proveniente de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco”, fue un proceso importante que llevo a conocer las ventajas y desventajas que puede tener para el tratamiento de aguas de esta industria.

Puedo mencionar que la ventaja de mayor relevancia de este material fue la retención de microorganismos y sustancias existentes en el agua residual; la eficiencia

obtenida en aceites y grasas fue comprobado tanto en análisis de laboratorio, análisis visuales en campo e imágenes SEM; en la DQO y DBO₅ el material muestra deficiencias, puesto que a pesar de disminuir los niveles contaminantes no llegan a cumplir con los límites establecidos.

Personalmente el ladrillo triturado es un material eficiente en el pre tratamiento de aguas residuales que contengan residuos sólidos, lodos, grasas y aceites, ya que llegan a eliminarlos casi en su totalidad.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Al haber concluido con el proceso de filtración, muestreo, análisis de las muestras del agua residual y filtrada, es necesario verificar las hipótesis planteadas en este proyecto experimental. Mismo que se verifico si el ladrillo triturado como medio filtrante para aguas residuales es eficiente para tratarlas.

Una vez obtenidos los resultados y análisis de cada parámetro analizado mostrados en la Tabla 27, se procede a aceptar la hipótesis nula “Ho”, la cual menciona que el ladrillo triturado no es eficiente para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco”.

Sin embargo optamos por una alternativa “Hi”, la cual es usar el ladrillo triturado para el tratamiento agua residual proveniente de la industria para tratar aceites y grasas, donde el material fue eficaz durante el proceso de filtración.

Tabla 26. Comparación de resultados finales y el limite TULSMA

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (mg/l)	VALOR FINAL (mg/l)	LÍMITE TULSMA (mg/l)
Aceites y grasas	246	0,11	70
DQO	2715	1258	500
DBO5	1328	624	250

Elaborado por: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

Fuente: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La industria de lavado de autos no cuenta con un sistema de descarga de aguas residuales acorde a lo requerido por normativas nacionales.
- Los caudales usados por la industria son de ingreso 30,75 m³ y de salida o consumo 27,90 m³ en promedio de muestreo de una semana y además la cantidad de 24 vehículos/día, se concluyó que la industria consume una cantidad de 1,15 m³ por vehículo pesado.
- Los resultados de los análisis del laboratorio de las muestras de agua de la lavadora de autos tanto residual como filtrada, indican que en aceites y grasas el ladrillo triturado fue eficiente, llegando a eliminar en su totalidad estos contaminantes desde 246 mg/l hasta 0,11 mg/l, así obteniendo un valor de 99,96% de eficiencia. Así mismo en la DQO con valores de 2715 mg/l hasta 1258 mg/l y DBO₅ de 1328 mg/l hasta 624 mg/l; las eficiencias obtenidas oscilan entre 50% y 60% para los dos parámetros anteriores, verificando que el ladrillo triturado disminuyó la concentración de contaminantes, pero no logro satisfacer los límites propuestos por el TULSMA.
- El ladrillo triturado propuesto como material filtrante para aguas residuales provenientes de una lavadora de autos, debe ser usado para el pre tratamiento de aceites y grasas ya que logro eliminarlo en su totalidad, no así en la DQO y DBO₅.
- Al finalizar el proceso de filtración, se concluyó que el ladrillo triturado durante los 90 días de estudio no requirió cambio de material ni modificaciones como lavado del mismo, puesto que en la estructura del material filtrante no se observó cambios significativos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda minimizar la cantidad de agua que se usa para el lavado de autos, mediante la implementación de un sistema de bombeo de alta presión que esté acorde al requerimiento de la industria de lavado de autos.
- Se recomienda para el pretratamiento de aguas residuales de una lavadora de autos, instalar filtros de ladrillo triturado para eliminar aceites y grasas; proponiendo usar filtros de diferentes materiales que ayuden a eliminar los demás contaminantes existentes en estas aguas.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía

- [1] D. Nústez, D. Paredes, and J. Cubillos, “Biorremediación para la degradación de hidrocarburos totales presentes en los sedimentos de una estación de servicio de combustible,” vol. 37, no. 1, p. 9, 2014.
- [2] N. Meryl, P. Armijo, and J. A. Arzabe, “Manual técnico administrativo en materia de aguas residuales de rubros industriales para la provincia Cercado, Cochabamba-Bolivia,” vol. 5, p. 16, 2011.
- [3] S. A. Kiran, G. Arthanareeswaran, Y. L. Thuyavan, and A. F. Ismail, “Influence of bentonite in polymer membranes for effective treatment of car wash effluent to protect the ecosystem,” *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, p. 7, 2015.
- [4] M. Garzón-zúñiga, G. Buelna, and G. Moeller-Chávez, “La biofiltración sobre materiales orgánicos , nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. III, p. 9, 2012.
- [5] R. Zaneti, R. Etchepare, and J. Rubio, “Car wash wastewater reclamation . Full-scale application and upcoming features,” *Resources, Conserv. Recycl.*, vol. 55, no. 11, p. 7, 2011.
- [6] H. Genuino, N. Opembe, E. Njagi, S. McClain, and S. Suib, “A review of hydrofluoric acid and its use in the car wash industry,” *J. Ind. Eng. Chem.*, vol. 18, no. 5, p. 11, 2012.
- [7] Z. Qamar, S. Khan, A. Khan, M. Aamir, J. Nawab, and M. Waqas, “Appraisal , source apportionment and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in vehicle-wash wastewater , Pakistan,” *Sci. Total Environ.*, p. 8, 2017.
- [8] M. N. Asha, K. S. Chandan, H. P. Harish, S. Nikhileswarreddy, and K. S. Sharath, “Recycling Of Waste Water Collected From Automobile Service Station,” *Procedia Environ. Sci.*, vol. 35, p. 9, 2016.

- [9] F. Márquez and F. Pucuna, “Análisis de los desechos sólidos y líquidos que generan las lavadoras de automóviles y su incidencia en el medio ambiente en el cantón Milagro,” *Fac. Ciencias la Ing.*, no. 9, p. 121, 2015.
- [10] D. Van Halem, H. Van Der Laan, A. I. A. Soppe, and S. G. J. Heijman, “High flow ceramic pot filters,” *Water Res.*, p. 37, 2017.
- [11] C. Salvinelli, A. C. Elmore, M. R. Reidmeyer, K. D. Drake, and K. I. Ahmad, “Characterization of the relationship between ceramic pot filter water production and turbidity in source water,” *Water Res.*, vol. 104, p. 6, 2016.
- [12] F. Chavarria, ““PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS,”” *Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores A.C*, México, p. 30, Mar-2013.
- [13] A. Gonzáles, A. Martín, and R. Figueroa, “Tecnología De Tratamiento Y Desinfeccion De Agua Para Uso Y Consumo Humano,” *Inst. Mex. Tecnol. del Agua*, p. 17, 2000.
- [14] F. J. Pérez, P. R. Marcial, and D. Matamoros, “Proyecto Semilla : ‘ Evaluación de Sistemas de Filtración Agua de Bajo de Costo para Consumo Humano ,’” *Fac. Ing. en Ciencias la Tierra*, p. 8, 2009.
- [15] DGT-RU-17-0579, “Dirección de Gestión Territorial Régimen Urbanístico,” *GAD Municipalidad de Ambato*, Ambato, 2017.
- [16] J. G. Watson, “ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA,” *ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA*. Disponible: <https://www.britannica.com/>. Último acceso: 20/07/2017.
- [17] H. J. De Vriend, M. Van Koningsveld, S. G. J. Aarninkhof, M. Vries, and M. Baptist, “Sustainable hydraulic engineering through building with nature,” *Hydro-Environment Res.*, p. 13, 2014.
- [18] C. García, Z. Arbib, and J. Perales, “Cinéticas de crecimiento y consumo de nutrientes de microalgas en aguas residuales urbanas con diferentes niveles de tratamiento,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. VI, p. 20, 2015.

- [19] L. Vivas, L. Espinosa, and L. Parra, “IDENTIFICACIÓN DE FUENTES TERRESTRES DE CONTAMINANTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA , CARIBE COLOMBIANO,” *Inst. Investig. Mar. y Costeras*, vol. 42, p. 24, 2013.
- [20] M. Mamani, J. Huespe, R. Moreno, and R. Dematte, “CONTAMINACIÓN EN UN SITIO URBANO DE LA CIUDAD DE LA RIOJA, ARGENTINA. ANÁLISIS DE RIESGO,” *Univ. Nac. Rioja*, p. 11, 2010.
- [21] M. Spinelli, “Efluentes,” *Disponible:* <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Efluentes.htm>. *Ultimo acceso:* 29/06/2017. .
- [22] K. Miszta-kruk, “Reliability and failure rate analysis of pressure , vacuum and gravity sewer systems based on operating data,” *Eng. Fail. Anal.*, p. 9, 2015.
- [23] “Norma Técnica Para el Control de Descargas Líquidas,” *Dir. Metrop. Ambient.*, vol. 3, pp. 1–7, 2005.
- [24] “Anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislacion secundaria del ministerio del ambiente,” *Norma Calid. Ambient. y descarga efluentes al Recur. agua*, pp. 1–37, 2015.
- [25] X. Domenech and J. Peral, *Química Ambiental de Sistemas Terrestres*. Barcelona, 2006.
- [26] L. Anh, T. Nguyen, A. J. Ward, and D. Lewis, “Utilisation of turbidity as an indicator for biochemical and chemical oxygen demand,” *J. Water Process Eng.*, vol. 4, p. 6, 2014.
- [27] A. Creus, *INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL*, 8va ed. Barcelona, 2011.
- [28] S. H. Hamdan, W. W. F. Chong, J. Ng, M. J. Ghazali, and R. J. K. Wood, “Influence of fatty acid methyl ester composition on tribological properties of vegetable oils and duck fat derived biodiesel,” *Tribol. Int.*, no. August, p. 7, 2016.

- [29] UDLAP, “Tratamiento de Aguas Residuales,” *Disponible:*
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lar/oropeza_b_vm/capitulo_4.pdf. *Ultimo acceso:* 30/06/2017. .
- [30] M. Ayoub, A. Hafez, and A. Abdelfattah, “Chemically enhanced primary treatment of sewage using the recovered alum from water treatment sludge in a model of hydraulic clarifl occulator,” *J. Water Process Eng.*, vol. 19, no. July, p. 6, 2017.
- [31] “‘SISTEMAS ALTERNATIVOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS PRODUCIDOS’, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento,” *Com. Nac. Del Agua*, p. 277, 2007.
- [32] S. Morales de Casas and J. Holguín, “Estrategias para Evaluar la Sustentabilidad de los Sistemas de Manejo de Recursos Naturales,” *Vidsupra*, vol. 6, p. 6, 2014.
- [33] C. H. I. Huachang, J. I. Zhongli, S. Dongmei, and C. U. I. Lishan, “Experimental Investigation of Dust Deposit within Ceramic Filter Medium during Filtration-Cleaning Cycles,” *Chinese J. Chem. Eng.*, vol. 17, p. 7, 2009.
- [34] M. C. Hermosin, M. Real, J. Cornejo, L. Cox, and R. Celis, “Ensayos Preliminares para el Empleo de Arcillas como Material Filtrante de Aguas Contaminadas con Pesticidas de Olivar,” p. 3, 2013.
- [35] I. Leenen, “La prueba de la hipótesis nula y sus alternativas : revisión de algunas críticas y su relevancia para las ciencias médicas,” *Investig. en Educ. Médica*, vol. 1, p. 10, 2012.
- [36] V. Mamani and J. Callisaya, “HIPÓTESIS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA,” *Rev. Actual. Clínica*, vol. 10, p. 5, 2011.
- [37] “Manual de Agua Potable , Alcantarillado y Saneamiento,” *Com. Nac. del Agua*, p. 59, 2015.
- [38] INEN, AGUA. *Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras*. Ecuador, 1998, p. 25.

2. Anexos

2.1 anexos fotográficos



Obtención del ladrillo triturado



Tamizado del material



Peso canastilla vacía, proceso para determinar el peso específico del material



Ladrillo triturado saturado, determinación del peso más canastilla.



Elaboración del recipiente que contendrá el material filtrante



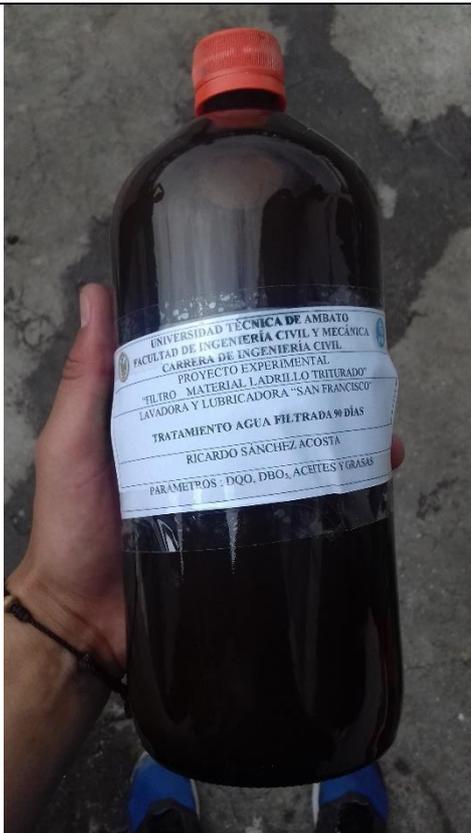
Instalación del filtro en la industria



Colocación del agua residual en el recipiente de 55 galones



Obtención de muestra diaria de agua filtrada



Muestra de agua filtrada para análisis de laboratorio



Muestra de ladrillo triturado después de la filtración, afectada por contaminantes



Toma de datos para determinar el caudal de entrada



Lectura de nivel de agua para determinar el volumen de agua consumida



Pozos de trampa de grasas y punto de toma de agua residual para filtro



Caja de revisión para tomar datos de caudal de salida



Productos usados por la industria



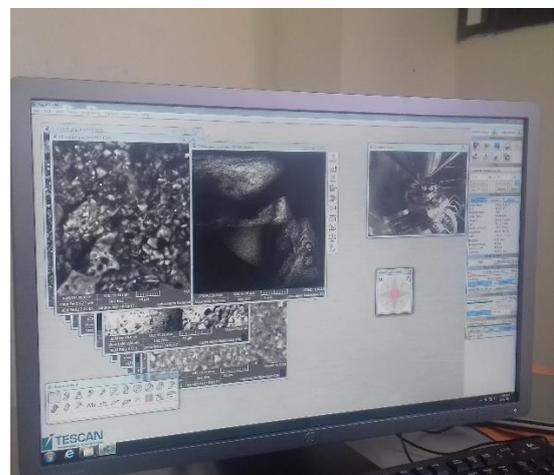
Toma de muestra alterada y sin alterar



Secado del material en horno a 40°C



Preparación de las muestras para la caracterización del material

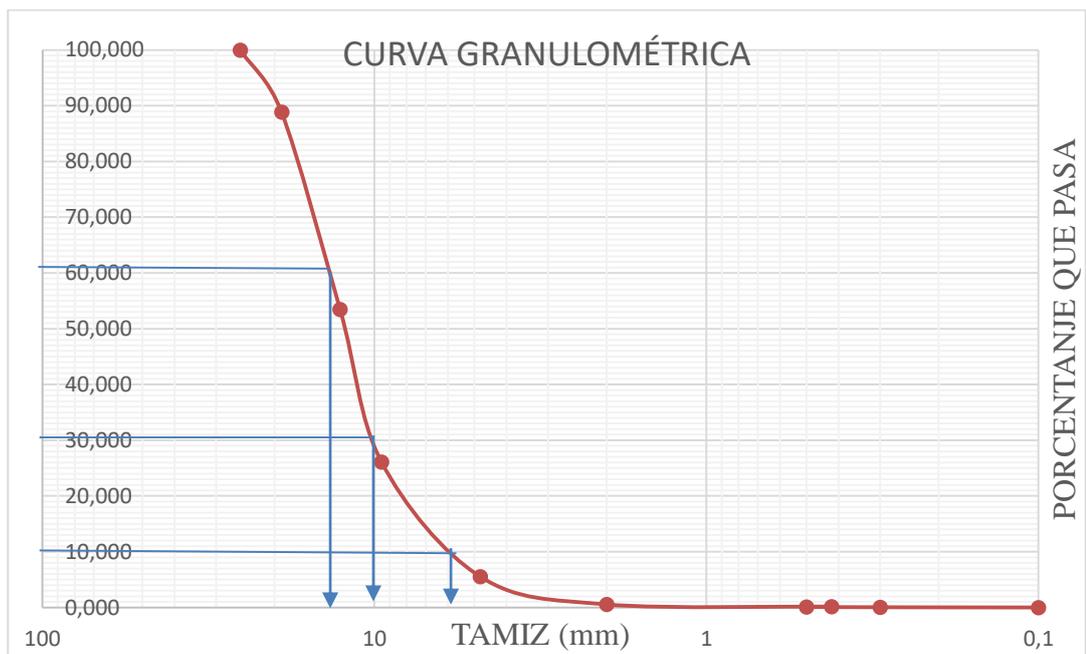


Obtención de imágenes SEM

2.2 Granulometría del ladrillo triturado

TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
1 ”	0	0,00	100,00
3/4”	1114	11,16	88,84
1/2”	4642	46,50	53,50
3/8”	7377	73,90	26,10
#4	9430	94,47	5,53
Pasa Tamiz #4	555	5,56	-----
#10	497	4,98	0,55
#40	535	5,36	0,17
#50	542	5,43	0,10
#100	548	5,49	0,041
#200	552	5,53	0,001
Pasa Tamiz #200	552,1	5,53	-----
Total	9982,1		
Peso del cuarteo	555		
Tamaño nominal máximo	3/4” = 19.05 mm		
Diámetro Efectivo	5 mm		
Diámetro Equiparable	10 mm		
Diámetro Dimensional	14 mm		
Coefficiente de Uniformidad	2,8		
Coefficiente de Curvatura	1,42		

TAMIZ	TAMIZ(mm)	PORCENTAJE QUE PASA
1 "	25,4	100,000
3/4"	19,05	88,840
1/2"	12,7	53,500
3/8"	9,525	26,100
#4	4,8	5,530
#10	2	0,550
#40	0,42	0,170
#50	0,5	0,100
#100	0,3	0,041
#200	0,1	0,001



2.3 Peso específico del ladrillo triturado

Muestra N°	1
Canastilla N°	MUESTRA
Temperatura de agua y suelo en °C	17°
Peso canastilla vacía (Aire)	1226
Peso canastilla más suelo S.S.S. (Aire)	3316
Peso suelo S.S.S. (Aire) B	2090
Peso canastilla sumergida (Agua)	1081
Peso canastilla más suelo S.S.S. sumergidos (Agua)	2136
Peso suelo S.S.S. sumergido (Agua) C	1055
Peso canastilla (Aire)	1226
Peso canastilla más suelo seco	3226
Peso suelo seco: A	2000
Densidad Aparente de los Sólidos	1,93
Factor de corrección por temperatura: K	0,9988
Gravedad Específica: Gs	2,11

2.4 Diseño del filtro de ladrillo triturado

El volumen del tanque que contendrá el agua como muestra diario es:

$$V_{tanque} = 55 \text{ gal.}$$

La cantidad de consumo durante el tiempo propuesto debe ser 2/3 del volumen total del tanque:

$$V_{consumo} = \frac{2}{3} * 55 \text{ gal}$$

$$V_{consumo} = 36.67 \text{ gal} \approx 40 \text{ gal al día}$$

$$40 \frac{\text{gal}}{\text{día}} * \frac{3.78 \text{ lt}}{1 \text{ gal}} = 151.2 \text{ lt/día}$$

Cálculo del caudal por minuto del diseño para el medio filtrante:

$$Q_{diseño} = \frac{V_{consumo}}{T}$$

Determinación del tiempo:

$$1 \text{ día} * \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 1440 \text{ min}$$

Así tenemos:

$$Q_{diseño} = \frac{151.2 \text{ lt/día}}{1440 \text{ min}}$$

$$Q_{diseño} = 0.105 \text{ lt/min}$$

- **Volumen del material**

$$V_{material} = 35 \text{ lt}$$

- **Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)**

Aplicando la formula capara determinar el TRH:

$$TRH = \frac{V_{material}}{Q_{diseño}}$$

$$TRH = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}}$$

$$TRH = 333.33 \text{ min}$$

$$333.33 \text{ min} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 5.55 \text{ horas}$$

La siguiente Tabla del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento – FAFA.[37] Presenta criterios de diseño referente a filtros anaeróbicos para el post tratamiento de efluentes. En donde se procede a verificar según el resultado obtenido en la tabla a continuación:

PARÁMETROS DE DIEÑO	RANGO DE VALORES COMO UNA FUNCIÓN DEL GASTO		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0
Tiempo de residencia hidráulica (horas)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga hidráulica superficial (m3/m2 d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (kg BDQ/m3 d)	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
Carga orgánica en el medio filtrante (kg BDQ/m3 d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento _ Chernicharo de Lemos, 2007

$$TRH = \frac{V_{material}}{Q_{diseño}}$$

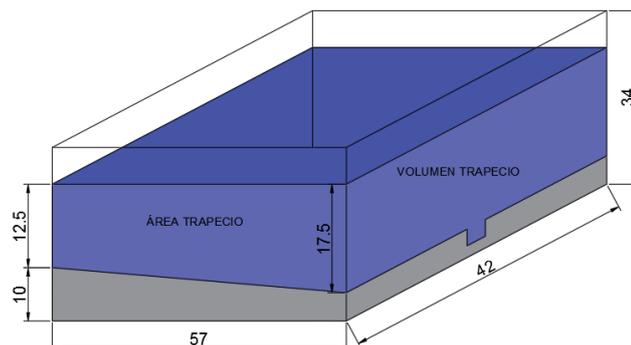
$$Q_{diseño} = \frac{35 \text{ lt}}{THR}$$

$$Q_{diseño} = \frac{35 \text{ lt}}{5.55 \text{ h}}$$

$$Q_{diseño} = 6.30 \frac{\text{lt}}{\text{h}} = 0.105 \text{ lt/min}$$

- **Dimensiones del Medio Filtrante**

Dependiendo del volumen de material, se propone el uso de un recipiente plástico, el mismo que será verificado si es capaz de contener dicho volumen.



Cálculo del área y volumen del trapecio, considerando una figura totalmente lateral:

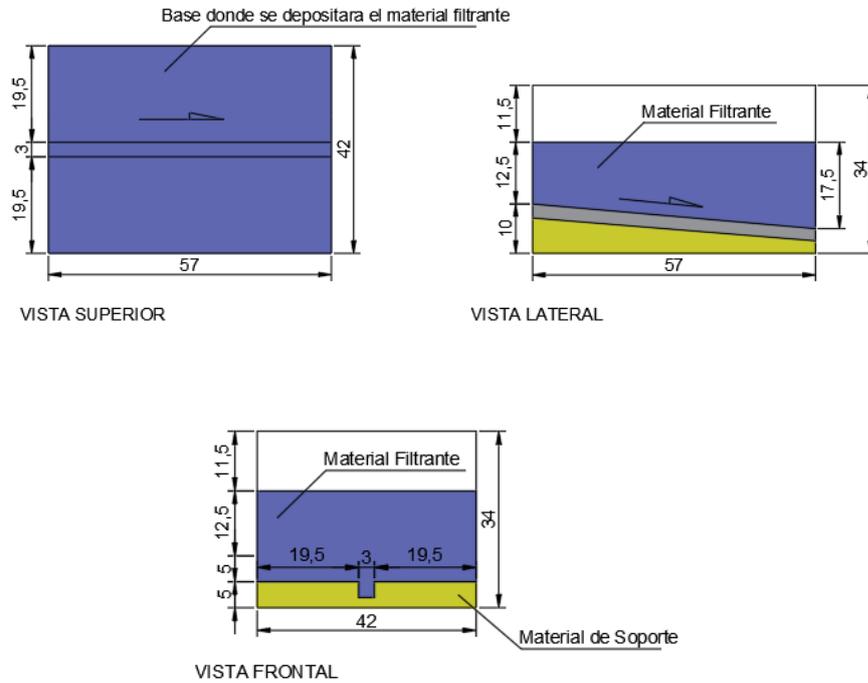
$$A_{trapezoido} = 57 \text{ cm} * \frac{(12.5 \text{ cm} + 17.5 \text{ cm})}{2}$$

$$A_{trapezoido} = 855 \text{ cm}^2$$

$$V_{trapezoido} = 855 \text{ cm}^2 * 42 \text{ cm}$$

$$V_{trapezoido} = 35910 \text{ cm}^3 \cong 35.91 \text{ lt}$$

A continuación se presenta las dimensiones del filtro diseñado, visto frontalmente, en vista lateral y superior para mejor comprensión.



2.5 Informes de análisis



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 157-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez

INFORME N° 157- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 157-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 31 - 07 -17

TELÉFONO: 0979060594

FECHA DE INFORME: 07 - 08- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 304-17

Muestra cruda

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 304-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	246	N/A	31 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2715	N/A	31 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1328	N/A	31 - 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 del

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez **INFORME N°** 092- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 092-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0979060594 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 26 - 06 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato **FECHA DE INFORME:** 03 - 07- 17
IDENTIFICACIÓN: MA - 225-17 10 días de tratamiento **TIPO DE MUESTRA:**
Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 225-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	236	N/A	26 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	930	N/A	26 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	387	N/A	26 - 06 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 106-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez

INFORME N° 106- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 106-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 06 - 07 -17

TELÉFONO: 0979060594

FECHA DE INFORME: 13 - 07- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 248-17

20 días de tratamiento

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 225-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	214	N/A	06 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1560	N/A	06 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	734	N/A	06 - 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



 Dr. Juan Carlos Lara
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



N° SE: 127-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 127- 17
N° SE: 127-17

TELÉFONO: 0979060594
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN: MA - 272-17

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 - 07 -17
FECHA DE INFORME: 25 - 07- 17
TIPO DE MUESTRA: Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 272-17

Table with 6 columns: PARÁMETROS, UNIDADES, MÉTODO/PROCEDIMIENTO, RESULTADO, U(K=2), FECHA DE ANÁLISIS. Rows include Aceites y grasas, DQO, and DBO5.

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.

Signature and official stamp of Dr. Juan Carlos Lara R., TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 167-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez

INFORME N° 167- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 167-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 31 - 07 -17

TELÉFONO: 0979060594

FECHA DE INFORME: 07 - 08 - 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 305-17

Agua Filtrada 40 días

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 305-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	146	N/A	31 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1118	N/A	31 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	520	N/A	31 - 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 170-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez **INFORME N°** 170- 17
EMPRESA: Lavadora de Autos San Francisco **N° SE:** 170-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0979060594 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 08 - 08 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato **FECHA DE INFORME:** 18 - 08- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA - 304-17 Agua Filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 304-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	82	N/A	19 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1275	N/A	19 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	515	N/A	19 - 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 192-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez
EMPRESA: Lavadora de Autos San Francisco
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME Nº 192- 17
Nº SE: 192-17

TELÉFONO: 0979060594
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN:

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 - 08 -17
FECHA DE INFORME: 28 - 08- 17

TIPO DE MUESTRA:

MA - 328-17 Agua Filtrada

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 328-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	47	N/A	18 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1462	N/A	18 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	548	N/A	18 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 201-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez **INFORME N°** 201- 17
EMPRESA: Lavadora de Autos San Francisco **N° SE:** 201-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0979060594 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 28 - 08 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato **FECHA DE INFORME:** 05 - 09- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA - 342-17 Agua Filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 342-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	5,2	N/A	28 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1467	N/A	28 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	553	N/A	28 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Cuano Bloque Administrativo.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez

INFORME N° 220- 17

EMPRESA: Lavadora de Autos San Francisco

N° SE: 220-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 08 - 09 -17

TELÉFONO: 0979060594

FECHA DE INFORME: 15 - 09- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 363-17 Agua Filtrada

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 363-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0.16	N/A	28 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	948	N/A	28 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	405	N/A	28 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



N° SE: 228-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Ricardo Sánchez **INFORME N°** 228- 17
EMPRESA: Lavadora de Autos San Francisco **N° SE:** 228-17
DIRECCIÓN: Ambato
FECHA DE RECEPCIÓN: 18 - 09 -17
TÉLEFONO: 0979060594 **FECHA DE INFORME:** 25 - 09- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de autos, Ambato **TIPO DE MUESTRA:**
IDENTIFICACIÓN: MA - 372-17 Agua Filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 372-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0,11	N/A	08 - 09 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1258	N/A	08 - 09 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	624	N/A	08 - 09 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

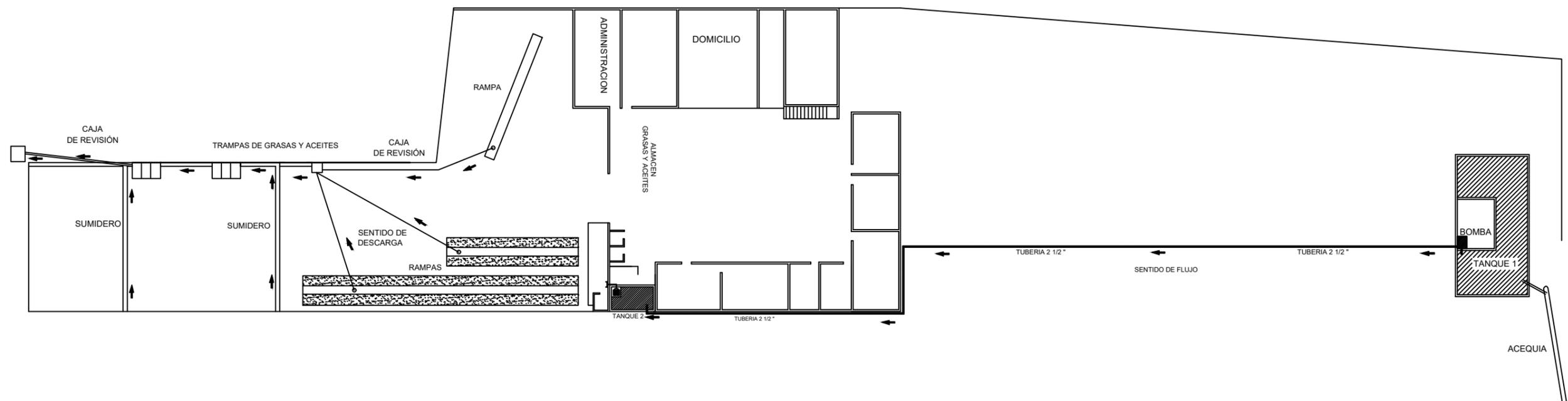
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5 Esquema de ficha de registro

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES		
NOMBRE DEL PROYECTO: Análisis de ladrillo triturado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora “San Francisco” ubicada en la ciudad de Ambato.		
INVESTIGADOR: Ricardo Vinicio Sánchez Acosta		
TUTOR: Ing. Dilon Moya		
UBICACIÓN DEL PROYECTO: Ambato, Huachi San Francisco		
FECHA: 21/06/2017_Día 1		HORA: 8:30 am
REGISTRO FOTOGRÁFICO:		
		
INSPECCION VISUAL:		
VERIFICACIÓN DE CAUDAL:		
FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO:		
ESTADO DEL MATERIAL:		
Investigador.	Tutor.	
<hr/>	<hr/>	
FIRMA	FIRMA	

2.6 Diagrama del funcionamiento de la industria

DIAGRÁMA DE FUNCIONAMIENTO DELA INDUSTRIA



LAVADORA Y LUBRICADORA "SAN FRANCISCO"

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANÁLISIS DE LADRILLO TRITURADO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA "SAN FRANCISCO" UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO.



CONTIENE: DIAGRÁMA DE FUNCIONAMIENTO DELA INDUSTRIA

DISEÑO:

ESCALA: S/E

LÁMINA: 1/1

ELABORADO POR:

Ricardo Sánchez Acosta

TUTOR:

Ing. MSc. Dilon Moya