



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

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

TEMA:

ANÁLISIS DE LA FIBRA DE COCO COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS "IZURIETA" UBICADA EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Autor: Alex Neptali Navas Franco

Tutor: Ing. Mg. Lenin Maldonado

AMBATO-ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Mg. Lenin Maldonado, certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema **“ANÁLISIS DE LA FIBRA DE COCO COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “IZURIETA” UBICADA EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, realizado por el señor Alex Neptali Navas Franco Egresada 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.

Ing. Mg. Lenin Maldonado
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo Alex Neptali Navas Franco, con C.I. 1803966785 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido y criterios expresados en el trabajo experimental: “ANÁLISIS DE LA FIBRA DE COCO COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “IZURIETA” UBICADA EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”, son de mi completa autoría a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, agosto del 2017

ALEX NEPTALI NAVAS FRANCO

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución. Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo de titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, agosto del 2017.

ALEX NEPTALI NAVAS FRANCO

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título “ANÁLISIS DE LA FIBRA DE COCO COMO MATERIAL FILTRANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “IZURIETA” UBICADA EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, realizado por Alex Neptali Navas Franco, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto de 2017.

Para su constancia firman:

Ing. Mg Diego Chérrez Gavilanes

Ing. Mg Rodrigo Acosta Lozada

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por darme la vida, quien supo guiarme por el buen camino, darme la fuerza necesaria para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a salir a delante con humildad y dignidad.

A mi familia quienes siempre están presente y por ellos soy lo que soy, a mis padres Neris+, Violeta que siempre me apoyaron con sus consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos más difíciles. Por enseñarme mis valores, principios, carácter, respeto, responsabilidad, humildad, perseverancia y deseo de superación para ser una mejor persona y así alcanzar mis objetivos.

A mis hermanos Luis y en especial a mi hermana Elizabeth pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí el deseo de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar y a la cual admiro cada día más.

A esa persona tan especial mi Esposa, Daniela por haberme animado a continuar estudiando, haberme apoyado a través de sus palabras de aliento por su fuerza, amor y ser paciente en las dificultades que tuve para llegar al termino de mis estudios.

A mis hijos Alex y Andrés quienes son las personitas más especiales en mi corazón y la razón de seguir adelante sin importar los obstáculos gracias por darme la fuerza y el amor para seguir y culminar con mis metas.

A toda mi familia, que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme la vida, darme la fuerza y la sabiduría necesaria para seguir adelante y culminar la carrera.

A mis padres por apoyarme y enseñarme que con esfuerzo, trabajo y constancia se puede lograr todo y por estar en cada decisión que tomo y brindarme toda su comprensión y apoyo en cada momento.

A mis hermanos, gracias por cada consejo, por cada una de sus palabras, por brindarme su apoyo y gracias por confiar en mí.

A mi esposa e hijos por estar apoyándome en cada momento con sus palabras, sus sonrisas que me da aliento de seguir adelante los amo.

A mi Tutor Ing. Lenin Maldonado por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos, así como también haberme tenido toda la paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

A mis compañeros y amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRAC.....	2
CAPÍTULO I.....	3
ANTECEDENTES.....	3
1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
CAPÍTULO II.....	16
FUNDAMENTACIÓN	16
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	16
2.1.1 Infraestructura y Funcionamiento de la Lubricadora y Lavadora de Autos.	16
2.1.2. Ingeniería Hidráulica	19
2.1.3. Aguas Residuales	20
2.1.4. Composición de las Aguas Residuales	20
2.1.5. Tipos de Aguas Residuales.....	20
2.1.6. Evaluación de la Calidad del Agua Residual	22
2.1.7. Razones para el Tratamiento de las Aguas Residuales	24
2.1.8. Clasificación del Tratamiento de Aguas Residuales	24
2.1.8.1. Tratamiento Preliminar	25
2.1.8.2. Tratamiento Primario.....	26

2.1.8.3. Tratamiento Secundario	26
2.1.8.4. Tratamiento Avanzado o Terciario	27
2.1.9. Desinfección	27
2.1.10. Límites de Descargar al Sistema de Alcantarillado Público.....	28
2.1.11. Calidad del Agua.....	29
2.1.12. Tipos de Filtración de Agua.....	29
2.1.12.1. Plantas de Filtración Rápida.....	29
2.1.12.2. Plantas de Filtración Lenta.....	30
2.1.12.3. Filtración de Agua	31
2.1.13. Característica de la Fibra de Coco	31
2.2. HIPÓTESIS.....	32
2.3. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	32
2.3.1. Variable Independiente	32
2.3.2. Variable Dependiente.....	32
CAPÍTULO III.....	33
METODOLOGÍA.....	33
3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	33
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
3.3.1. Variable Independiente	34
3.3.2. Variable Dependiente.....	35
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	36
3.5. PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.	37
CAPÍTULO IV	38
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	38
4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
4.1.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO	38
4.1.2. Determinación de Caudales	39
4.1.3. Diseño de la Estructura para el Proceso de Filtración.....	42
4.1.4. Costo del Filtro Artesanal de Fibra de Coco.....	43
4.1.5. Tiempo de Retención Hidráulica (T.R.H).....	43
4.1.6. Número de Muestras Tomadas	45

4.1.6. Resultados de los Análisis	46
4.1.6.1. Análisis de la Muestra Cruda.....	46
4.1.6.2. Primer Análisis de la Muestra Filtrada	47
4.1.6.3. Segundo Análisis de la Muestra Filtrada	48
4.1.6.4. Tercer Análisis de la Muestra Filtrada	48
4.1.6.5. Cuarto Análisis de la Muestra Filtrada.....	49
4.1.6.6. Quinto Análisis de la Muestra Filtrada	50
4.1.6.7. Sexto Análisis de la Muestra Filtrada	50
4.1.6.8. Séptimo Análisis de la Muestra Filtrada	51
4.1.6.9. Octavo Análisis de la Muestra Filtrada	51
4.1.6.10. Noveno Análisis de la Muestra Filtrada	52
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	52
4.2.1. Análisis de los Resultados de la Primera Filtración.	52
4.2.2. Análisis de los Resultados por Parámetros	53
4.2.3. Valores de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)	57
4.2.4. Valores de Aceites y Grasas	60
4.2.5. Análisis de la Eficiencia del Filtro	64
4.2.6. Verificación de Hipótesis	67
CAPITULO V	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1 CONCLUSIONES	68
5.2. RECOMENDACIONES	70
MATERIAL DE REFERENCIA.....	72
GLOSARIO DE SIGLAS	76
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procesos de Pre Tratamiento de Aguas Residuales	25
Tabla 2. Límites de Descargar al Sistema de Alcantarillado Público.....	28
Tabla 3. Características de la Fibra de Coco	31
Tabla 4. Propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas	32
Tabla 5. Fibra de Coco como Material Filtrante	34
Tabla 6. Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.....	35
Tabla 7. Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.....	36
Tabla 8. Ficha Técnica de la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta” ..	38
Tabla 9. Determinación del caudal medio diario	39
Tabla 10. Cuadro de Caudales Máximos de Unidades Sanitarias.....	40
Tabla 11. Costo del Filtro artesanal de Fibra de Coco para el Tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.	43
Tabla 12. Tiempo de Retención Hidráulica (T.R.H) de la Fibra de Coco.	44
Tabla 13. Parámetros analizados	45
Tabla 14. Límites de Descargar al Sistema de Alcantarillado Público.....	46
Tabla 15. Resultados de muestra antes de ser filtrada	47
Tabla 16. Resultados de muestra filtrada a los 10 días.....	47
Tabla 17. Resultados de muestra filtrada a los 20 días.....	48
Tabla 18. Resultados de muestra filtrada a los 30 días.....	49
Tabla 19. Resultados de muestra filtrada a los 40 días.....	49
Tabla 20. Resultados de muestra filtrada a los 50 días.....	50
Tabla 21. Resultados de muestra filtrada a los 60 días.....	50
Tabla 22. Resultados de muestra filtrada a los 70 días.....	51
Tabla 23. Resultados de muestra filtrada a los 80 días.....	51
Tabla 24. Resultados de muestra filtrada a los 92 días.....	52
Tabla 25. Disminución en Porcentaje del DBO5 en función al Valor de la Muestra Cruda	54
Tabla 26. Disminución en Porcentaje del DBO5 en función al Límite de Descarga	55

Tabla 27. Disminución en Porcentaje del DQO en función al Valor de la Muestra Cruda.....	58
Tabla 28. Disminución en Porcentaje del DQO en Función al Límite de Descarga.....	59
Tabla 29. Disminución en Porcentaje de Aceites y Grasas en función del Valor de la Muestra Cruda.....	61
Tabla 30. Disminución en Porcentaje de Aceites y Grasas en Función al Límite de Descarga.....	62
Tabla 31. Eficiencia del Filtro.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparación de los primeros resultados entre agua cruda y la primera agua filtrada.....	52
Gráfico 2. Comparación de los resultados de los análisis del (DBO5).....	53
Gráfico 3. Eficiencia del DBO5 en % durante los 90 días de filtración.....	56
Gráfico 4. Comparación de los resultados de los análisis de (DQO).....	57
Gráfico 5. Eficiencia del DQO en % durante los 90 días de filtración.	59
Gráfico 6. Comparación de los resultados de Aceites y Grasas.....	60
Gráfico 7. Eficiencia de Aceites y Grasas en % durante los 90 días de filtración	63
Gráfico 8. Eficiencia del filtro durante los 90 días.....	65
Gráfico 9. Comparación de la muestra cruda, la primera y la última filtración durante los 90 días de filtración.	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Agua residual	20
Ilustración 2. Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”	39
Ilustración 3. Diseño de la estructura del filtro.....	42
Ilustración 4. Agua antes filtrar.....	44
Ilustración 5. Agua filtrada por fibra de coco	45
Ilustración 6. Estructura del Filtro.....	45
Ilustración 7. Coco en su estado original	45
Ilustración 8. Preparación del tanque.....	85
Ilustración 9. Preparación del recipiente de plástico de 35 litros	85
Ilustración 10. Preparación de la fibra de coco	86
Ilustración 11. Colocación de la fibra de coco en el recipiente de plástico ..	86
Ilustración 12. Calibración del caudal a 0.105 lt/ min	87
Ilustración 13. Colocación de la plancha de toll	87
Ilustración 14. Funcionamiento del filtro.....	87
Ilustración 15. Comparación del agua filtrada con el agua sin filtrar.....	88
Ilustración 16. Toma de muestra filtrada	88
Ilustración 17. Toma de muestra sin filtrari.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS.....	77
ANEXO 1. PLANIMETRÍA DE LA LAVADORA	77
ANEXO 2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CIRCULACIÓN DEL AGUA	81
ANEXO 3. MATERIALES UTILIZADOS.....	82
ANEXO 4. RUPTURA DEL FILTRO	84
ANEXO 5. ELABORACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL FILTRO.....	85
ANEXO 6. TOMA DE MUESTRAS	88
ANEXO 7. REFERENCIAS PARA EL MODELO DEL FILTRO	90
ANEXO 8. MATERIAL DE SOPORTE UTILIZADO COMO RELLENO	95
ANEXO 9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS DURANTE LOS 90 DÍAS	97

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

TEMA: Análisis de la Fibra de Coco como material filtrante en el tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de autos “Izurieta” ubicada en el Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua.

Autor: Alex Neptali Navas Franco

Tutor: Ing. Mg. Lenin Maldonado

RESUMEN EJECUTIVO

En el proyecto experimental se realizó varios análisis Físicos Químicos del Agua Residual proveniente de la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta” ubicado en el cantón Cevallos provincia de Tungurahua, se realizó antes y después del proceso de filtración. Los parámetros considerados para el análisis son DBO5, DQO, Aceites Y Grasas.

Para el desarrollo del experimento, se elaboró el filtro a partir del material orgánico obtenido de la Fibra de Coco, el que fue tallado, cortado en pequeñas partes de 1 – 2 cm, y posteriormente fue secado durante 3 semanas. El filtro estuvo en funcionamiento durante 90 días, la toma de muestras se realizó cada 10 días, las cuales fueron analizadas en un laboratorio especializado y con la norma Técnica Ecuatoriana INEN. En la primera semana se realizó un análisis completo antes y después del proceso de filtración y posteriormente los 8 análisis posteriores. La eficiencia del filtro se reflejará en los resultados de los análisis realizados antes del proceso de filtración, comparado con el primer análisis y el último realizado a los 90 días de funcionamiento del filtro se verifico que la vida útil del filtro es más duradera. Como conclusión final puedo indicar que el filtro experimental de “Fibra de Coco” disminuye los valores de % establecidos de DBO5, DQO, aceites y gasas verificando que el valor se encuentra dentro de los Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Publico (TULSMA).

Palabras claves: análisis, fibra, material filtrante, tratamiento, material orgánico, aguas residuales.

ABSTRAC

The pilot project was carried out several chemical physical analysis of residual water from the Lubricator and washing of cars "Izurieta" Located in the canton Cevallos Province of Tungurahua, was carried out before and after filtration process. "The parameters considered in the analysis are DBO5, DQO, oils and greases. For the development of the experiment, was the filter from the organic material obtained from coconut fiber, which was carved, cut into small parts of 1 - 2 cm, and was later dried for 3 weeks. The filter has been running for 90 days, sampling was carried out every 10 days, which were analyzed in a specialized laboratory and with the standard technique Ecuadorian INEN. In the first week a full analysis was performed before and after the process of filtration and later 8 later analysis. The efficiency of the filter will be reflected in the results of analyses performed before the filtration process, compared with the first analysis and the latter performed at 90 days of operation of the filter check that the useful life of the filter is more durable. As a final conclusion I can indicate that "coconut fiber" experimental filter decreases values of DBO5, DQO, oils and gauzes checking that the value is within the limits of download to the public sewerage system.

Key words: analysis, fibre, filter media, treatment, organic material, wastewater.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

Análisis de la Fibra de Coco como material filtrante en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta” ubicada en el Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua.

1.1. ANTECEDENTES

Para sustentar el proceso investigativo realizado, se ha tomado como base la información encontrada en los siguientes trabajos de investigación para tomarlo como base en la investigación actual.

“Biomateriales sorbentes para la limpieza de derrames de hidrocarburos en suelos y cuerpos de agua” manifiestan que para determinar los materiales orgánicos naturales que sirvan como sorbentes en la limpieza de derrames de hidrocarburos en suelos como en el agua, se utilizó la caña que mostro mayor hidrofobicidad, la fibra de coco que no presento un cambio significativo en su hidrofobicidad, logran do en menos de un minuto alcanzar sus saturación que permitió una solución más rápida de limpieza y control de derrames de hidrocarburos. [1]

Se trabajó con tres materiales residuales, la fibra de coco, fibra de caña y buchón de agua, los cuales se compararon frente a un material de origen natural (Sphagnum) recomendado para la aplicación de derrames tanto en

suelos como en cuerpos de agua. Los materiales se sometieron a un proceso de secado de 80° C mediante corriente de aire caliente, en un secador de bandejas, durante dos horas, hasta alcanzar una humedad cercana al 10%; luego, los los materiales de molieron y timaron. [1]

Los materiales evaluados tienden a florar tanto en agua pura como en mezclas hidrocarburo-agua, lo que les permite mantenerse en la superficie al ser aplicados en un derrame de hidrocarburo al sedimento acuático. Un resultado favorable también se obtuvo respecto a la flamabilidad, ya que los materiales no arden cuando se exponen a la llama. [1]

También se observó que la estructura de los materiales en microscopia óptica y electrónica, la fibra de coco está constituida por fibras grandes, delgadas y resistentes, conformadas por una red de fibras que limitan la penetración de los fluidos logrando una ventaja considerable en la sorción del hidrocarburo con el material comercial. [1]

La fibra de caña en cambio en su granulometría fina, presento un valor muy cercano de sorción con el material comercial ya que no se presentó una marcada influencia del tamaño de partícula en la capacidad de absorción donde se presentó dos fenómenos; la absorción y adsorción, por lo cual la capacidad de sorción de este hidrocarburo liviano ya que su viscosidad facilita el taponamiento de las estructuras de entradas de los espacios capilares impidiendo una absorción significativa. [1]

Las pruebas con agua en estado estático, indican que la capacidad de sorción de agua mineral y agua dulce es mayor para el buchón de agua lo que indica que este material tiene una superficie hidrofílica desfavorable para la aplicación de derrames. De hidrocarburos en cuerpos de agua. [1]

Como conclusión se determinó que el buchón de agua y fibras de coco y caña son más efectivos en la sorción de materiales hidrocarburos ya que consiguen mitigar y controlar el derrame y escape de combustibles líquidos iguales o superiores a los del material comercial. [1]

“Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales” propone una alternativa ecológica de tratamiento de aguas residuales domesticas con la utilización de material vivo (lombrices) con otros inertes como la viruta y la graba. [2]

Plantea el remplazo de los pozos sépticos utilizados en zonas rurales con tecnología no convencional de tratamiento de aguas residuales, a través de la actividad microbiológica que degrada la materia orgánica y elimina los contaminantes. Se utilizó un pozo séptico de cocina, duchas y servicios higiénicos con capacidad de almacenamiento de 10 m.3, que tiene un consumo de 45 litros por trabajador, construido de hormigón armado y que en los últimos meses ha tenido varios problemas de funcionamiento debido a desalojos continuos por saturación rápida, desbordamientos cuando filtran las aguas de procedencia pluvial y malos olores. [2]

El proceso de experimentación se inició tomando la muestra de agua residual y colocándola en el Tanque Homogenizador, mezclada la muestra y por gravedad, el agua a ser tratada fue conducida hacia el Tanque Sedimentador para retener sólidos y otros materiales que puedan afectar el buen funcionamiento del Biofiltro. Completada la etapa anterior, el flujo de agua residual pasó hacia el para la retención y degradación de la materia orgánica por parte de las lombrices rojas que se encontraban en el empaque superior del biorreactor mientras que el agua continuaba atravesando los empaques de aserrín/viruta del Biofiltro. [2]

En el Biofiltro experimental 1 se utilizó como empaque para el sistema de tratamiento; aserrín y viruta de madera, material muy empleado en sistemas de tratamiento por ser un recurso de fácil adquisición y bajo costo. Los resultados arrojaron que la eficiencia de este Biofiltro experimental fue de 53.53 % en la remoción de contaminantes. [2]

Las características físicas, químicas y biológicas del agua residual tratada en el Biofiltro experimental 2 (empaque de fibra de coco), de acuerdo con los informes de laboratorio, los parámetros medidos alcanzaron valores dentro de la norma ambiental: pH = 6.9, Sólidos Suspendedos Totales = 40 mg/l, Sólidos Totales = 603 mg/l, Cloro = 0.1 mg/l, Colonias = 1X10⁵ NMP/100 ml, A & G = 0.3 mg/l, DQO = 174 mg/l, DBO = 23 mg/l, Hierro = 0.19 mg/l, demostrando alta eficiencia de tratamiento de acuerdo con lo esperado en la investigación. [2]

Finalmente, el efluente tratado fue desalojado por la parte inferior del reactor hacia un colector aledaño a la planta piloto. Al desechar el agua utilizando este filtro biológico se consiguió la remoción de la materia orgánica y organismos patógenos, con dos biofiltros pilotos, uno con empaque de aserrín reduciendo la contaminación en un 53.33% y otro con empaque de fibra de coco que redujo la contaminación en un 82.73%. [2]

“Estudios preliminares de la biomasa seca de eichhornia crassipes como adsorbente de plomo y cromo en aguas” se ha detectado que la *Eichornia crassipes* también conocida como Jacinto acuático o buchón de agua, se ha reproducido excesivamente en las fuentes de agua potable, llegando a causar serios problemas en embalses y ríos porque genera eutrofización afectando la supervivencia de otras especies acuáticas y la navegación. [3]

En esta investigación se estudia la planta seca y triturada como material adsorbente de metales pesados en aguas residuales, específicamente de plomo y cromo ya que se ha detectado que es un adsorbente eficaz de metales pesados dado que puede adsorber plomo y cromo de soluciones. A la vez se utilizará la fibra de coco para verificar su eficacia y utilidad con la finalidad de determinar el material que logra el mejor resultado al momento de filtrar materiales. [3]

Los resultados obtenidos revelan la alta capacidad de adsorción de plomo del material. La concentración de Plomo en la solución disminuye con el aumento en la cantidad de material adsorbente, como es de esperarse, arrojando el mejor resultado (mayor remoción de plomo) cuando se usó la mayor cantidad de material: 2 g en 1 L de solución. Por otra parte, la concentración de plomo disminuye con el tiempo de agitación. Se observa que el material presenta una etapa muy rápida de adsorción (15 min) y después de este tiempo no aumenta significativamente la cantidad de plomo adsorbida. No se usó una cantidad mayor de 2 g de material debido a la dificultad de suspenderlo en la solución por tener muy baja densidad. Para esta cantidad de material adsorbente se encuentra que después de 15 minutos el material no adsorbe más plomo con el incremento del tiempo de adsorción. Y aunque estadísticamente no pudo ser demostrado, puesto que el grupo muy pequeño impidió un análisis de varianza significativo, puede concluirse que 15 minutos es el tiempo de adsorción máximo usando 2 g de material adsorbente por litro de solución. [3]

Esta alta capacidad de adsorción se debe en primera instancia a la presencia de grupos hidroxilo en las moléculas de celulosa, además de los OH del agua enlazada, los cuales posibilitan la formación de puentes de hidrógeno. El proceso se ve además favorecido por la estructura porosa del

material similar a la fibra de coco. Se concluye que este material es un buen adsorbente para el plomo. [3]

Al igual que la fibra de coco y la de caña de azúcar, se utiliza la biomasa aprovechando las fibras de esta planta como materia prima del lino y el cáñamo usado para la limpieza de suelos contaminados por metales pesados, principalmente para la extracción de Cadmio, Plomo y Cobre. Al igual que la fibra de banano es utilizada como esponja por sus propiedades absorbentes para limpiar derrames de petróleo que evaluaron la capacidad de sorción de líquidos por fibras de coco y caña de azúcar, analizando que esta capacidad depende de variables como la granulometría y estructura del material. [3]

“Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas residuales generada por una lavadora de autos”, su objetivo es elaborar un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de agua residual generada por una lavadora de autos. [4]

Como tratamiento primario se remueve o elimina la mayoría de los sólidos suspendidos y una parte de la materia orgánica, mediante un proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación con productos químicos que eliminarán la mayoría de los sólidos disueltos; consiguiendo así disminuir un gran porcentaje de los sólidos suspendidos. En el tratamiento secundario se realiza un proceso biológico, transformado estos residuos en sólidos sedimentables floculentos utilizando como filtración biológica los biofiltros. [4]

Y como tratamiento terciario o avanzado se realizan varios procesos físicos y químicos que son utilizados para mejorar las propiedades del agua residual eliminando contaminantes como: nutrientes, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Este tratamiento se lo realiza a través una filtración mecánica que permite la retención de partículas, material coloidal y microorganismos de una sustancia acuosa mediante la utilización de un medio filtrante, permitiendo que el agua pase mejorando sus propiedades físicas y químicas. [4]

La filtración, se la realiza en dos formas: la primera (filtración lenta) que consiste en utilizar el lecho de arena fina, que provocando que el agua vaya a una velocidad baja por medio de la gravedad, logrando retener las partículas de mayor diámetro y adsorber las impurezas. Este tipo de filtración genera buenos resultados cuando la carga superficial es baja y así disminuyendo considerablemente la turbidez, etc., y la segunda (filtración rápida) que utiliza como material filtrante arena y grava la cual actúa como soporte, esto nos va a permitir que las partículas de gran tamaño se queden retenidas en la capa superior del filtro, pero a una velocidad alta por medio de la gravedad. Los filtros rápidos se utilizan cuando existe una alta carga superficial, ya que nos permite la separación de partículas relativamente grandes. [4]

Para efectivizar este proceso se utiliza un filtro el agua elaborada con fibra de coco para que la partícula de menor tamaño presente en el agua residual sea retenida. Para una aplicación dada del filtro, la velocidad de filtración dependerá de la consistencia de los flocúlos y del tamaño medio del grano del lecho filtrante. Se ha observado que las velocidades de filtración dentro del intervalo de 4,8 a 19,2 m/h no afectan la calidad del efluente del filtro, debido a la propia resistencia del floculo biológico. [4]

Para realizar los análisis físicos-químicos, se tomó un volumen aproximado de 4 litros de muestra de agua residual en recipientes de vidrio ámbar y plástico previamente lavados. Todos los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Control de Calidad, EP – EMAPA – A acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriana (OAE) con el certificado de acreditación N° OAE LE C 14-001 y Lacquanálisis S.A. de la ciudad de Ambato con el certificado de acreditación N° OAE LE C 11-010. [4]

Como conclusión plantea que a los 3 días de funcionamiento del filtro el agua filtrada ya contó con una disminución en el pH (2,47%), turbidez (13,08%), DBO5 (24,05%), DQO (25,06%), TPH (61,93%), SST (10,26%) y Sólidos Totales (6,96%); además, mediante los análisis realizados al agua residual filtrada con la utilización de la fibra de coco al transcurrir el tiempo, aumenta su eficiencia, logrando mejorar las características del agua residual. [4]

“Vermifiltros para el tratamiento de aguas residuales 2015”, el objetivo del estudio es tratar las aguas residuales domesticas de fuerte y mediana concentración mediante tres vermifiltros, filtros biológicos que combinan los conocimientos del proceso de filtración convencional y las técnicas de vermicompostaje con grava, arena, selo, fibra de coco, aserrín y lombrices de tierra de la especie Eisenia foétida. [5]

El conjunto de materiales permitió que se removieron mayor cantidad de contaminantes; para el agua residual de concentración fuerte se removió el 97.7% de turbidez, el 59.7% de conductividad electica, el 81.4% de solidos totales, el 94.5% de la demanda biológica de oxígeno 5, el 94.1% de la demanda química de oxígeno, el 74.5% nitrógeno y el 50.6% de fósforo. [5]

En el caso del agua residual domestica de concentración media, la remoción lograda fue del 98.3% de turbidez, el 32.6% de conectividad eléctrica, el 66.2% de solidos totales, el 97.6% de la demanda biológica de oxígeno, el 96.6% de la demanda química de oxígeno, el 74.2% del nitrógeno y el 85.2% del fosforo.

La experimentación se desarrolló en el montaje de tres vermifiltros a escala del laboratorio que contenían diferentes estratos con el fin de determinar el mejoramiento del tratamiento para las aguas residuales domésticas. Tubo dos etapas que se llevaron a cabo en 12 semanas; la primera etapa duro 2 semanas ya que las lombrices necesitaban adecuarse al medio y al sistema y la segunda etapa que duró 8 semanas; en la primera fase se abasteció de una carga orgánica superficial de 288.47 g/m² por día y en la segunda fase se redujo la carga orgánica superficial a 167.5 g/m² por día en base a obtener una concentración media. [5]

Para la estratificación de los vermifiltros, se utilizó agregados de grava, arena, suelo, aserrín y fibra de coco como filtro biológico que combina el proceso de filtración convencional que contiene lombrices y microorganismos asociados que degradan la materia orgánica del agua residual y diferentes capas de empaque fibra de coco que actúan como un filtro percolador. [5]

Como se puede observar, las ventajas que ofrece un vermifiltros en el tratamiento de aguas residuales es excelente ya que no provoca gastos extras, ni produce malos olores, además requiere poca energía para su funcionamiento, recomendando el agua tratada en el riego de jardines, parques y en la agricultura. [5]

Los artículos y trabajos de investigación citados, servirá como base para fundamentar científicamente este trabajo experimental, tomando como

base los procedimientos utilizados en cada investigación y aportando con nuevos mecanismos que viabilicen el desarrollo del trabajo investigativo actual.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El agua es el recurso natural más necesario para el desarrollo del ser humano, a nivel mundial las lavadoras y lubricadora de autos utilizan gran cantidad de agua y provocan una gran contaminación ambiental, el 80% de las aguas residuales no recibe un tratamiento adecuado para evitar la contaminación y la propagación de enfermedades [6]. El uso de procedimientos biológicos para limpiar suelo y agua contaminada (biorremediación) ha recibido especial atención, por ser de bajo costo, pero, sin embargo, puede llevar años para completar la restauración y recuperación. [7]

Para evitar la contaminación en aguas residuales, en los diferentes tipos de procesos se emplean oxidantes químicos como el peróxido de hidrógeno y el ozono entre otros, la utilización de catalizadores sería de gran ayuda en lo que a eficiencia se refiere, pero desafortunadamente el desarrollo de estos sistemas es aún incipiente, especialmente a la presencia de baja temperatura y en fase acuosa. Por lo tanto, un proceso catalítico que degrade parcial o completamente los compuestos orgánicos sería un gran aporte en este campo. [8]

Ecuador tiene el Plan de Manejo Ambiental, que debe ser aplicada en todas las lavadoras y lubricadoras de autos, las lavadoras de vehículos arrojan las aguas utilizadas en la limpieza de los automotores al sistema de alcantarillado. [9] Lo anterior se debe a que se ha reportado por diferentes autores el problema que ha venido surgiendo con el abuso de las

actividades del hombre sin controles adecuados desde décadas, como lo son las contaminaciones emitidas por las industrias, la minería, la fundición y el uso de aguas residuales sin tratamiento previo. [10]

Los procesos de remoción de contaminantes por biomateriales están basados en la fuerte afinidad de sus componentes celulares. En estos, el uso de sistemas inactivos puede presentar varias ventajas, ya que no requieren de un pre tratamiento con nutrientes para mantener su actividad. Con biomasa inmovilizada también han probado ser de utilidad en la remoción y recuperación de metales en sistemas continuos. Este tipo de tecnologías es novedoso y su desarrollo puede ser particularmente competitivo en el tratamiento de efluentes industriales. [11]

Las lavadoras, lubricadoras y mecánicas de la Provincia de Tungurahua, están en las categorías de actividades de riesgo ambiental. La aparición de elementos "no deseables" y tóxicos tiene su origen en el denominado "ciclo del agua". En alguna parte de este ciclo las actividades humanas, es donde se produce la contaminación del agua, o, mejor dicho, la alteración de su calidad, las principales vías de entrada de contaminantes en el medio ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, industriales, y las de origen agrícola o ganadero. [12]

Las biomasas fúngicas remueven eficientemente diferentes metales pesados y arsénico en solución, por lo que pueden utilizarse para eliminar los metales presentes en sitios contaminados como aguas residuales industriales. La aplicación de esta tecnología permite la remoción de metales pesados en solución, para la purificación de aguas residuales y/o recuperación de metales preciosos presenta un gran potencial, pues las biomasas son naturales, se pueden obtener en grandes cantidades, son

económicas y pueden remover diferentes iones metálicos de soluciones acuosas. [13]

La Fibra de Coco es un sustrato orgánico, 100% natural, renovable, debido a que se lo puede encontrar de una manera fácil en la mayoría en contenedores de basura cercanos de los mercados. Presenta una excelente capacidad de retención de agua y aireación, además de ser un material con grandes ventajas para la retención, filtrado de productos químicos y material orgánico presentes en aguas contaminadas desechadas por las industrias. Posee una gran resistencia al estrés hídrico además nos ayuda a la retención de olores provenientes de los químicos. [14]

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar la Fibra de Coco como filtro en el tratamiento de aguas residuales proveniente de la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta” ubicado en el Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”.
- Monitorear las características de Biodegradabilidad (DBO₅ Y DQO), Aceites y grasas de las aguas residuales proveniente de caudales utilizados en la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta” en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la Fibra de Coco puede ser utilizada como material filtrante en el tratamiento de aguas residuales en la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Infraestructura y Funcionamiento de la Lubricadora y Lavadora de Autos.

- Todos los establecimientos de mecánicas, lavadoras y lubricadoras deberán mantener sus lugares de trabajo en condiciones sanitarias y ambientales que protejan la seguridad y la salud de sus trabajadores. [29]
- Los pisos de los talleres deberán ser construidos con materiales sólidos, no resbaladizos en seco y húmedo, impermeables y no porosos de tal manera que faciliten su limpieza completa.
- Los locales serán totalmente construidos con materiales estables, con tratamientos acústicos en los lugares de trabajo que lo requieran por su alto nivel del ruido. [29]
- Los lugares de trabajo, pisos, pasillos deberán estar permanentemente libre de obstáculos, y que permitan su circulación diaria sin impedimentos en actividades normales y en caso de emergencias. [29]
- Ningún establecimiento podrá verter al alcantarillado público ninguna sustancia contaminante sin tratamiento previo, más aún las sustancias inflamables y con contenidos de ácidos o alcalinos.
- En caso de que existan emisiones de procesos (polvo, olores, vapores, etc.), los lugares de trabajo deberán contar con ventilación. [29]

- Toda sustancia inflamable deberá ser almacenada por separado e independientemente y se prohibirá fumar en las áreas colindantes a este sitio de almacenamiento. [29]
- Toda instalación deberá tener el número y tipo de extintores apropiados para su actividad, ubicados correctamente (fácil acceso) y actualizados. Todo el personal deberá estar capacitado para el uso de extintores en caso de emergencia y el empleador además tiene la obligación de mantener un plan de contingencia.
- Ningún establecimiento utilizará las vías públicas, aceras y otros espacios exteriores públicos para realizar sus actividades, lo realizará dentro del local en las áreas designadas para el efecto. [29]
- Por ningún motivo se permitirá realizar cambios de aceites, si no se cuenta con una fosa con cajas sedimentadoras y conectadas a una trampa de grasas y aceites. [29]

Aguas Residuales no Domésticas

- El establecimiento deberá contar con cajas separadoras de hidrocarburos para controlar los derrames de combustibles, aceites, el lavado, limpieza y mantenimiento de instalaciones previo al vertido a los cuerpos de agua o al sistema de alcantarillado. [29]
- El establecimiento deberá contar con rejillas perimetrales y sedimentadoras conectadas a las trampas de grasa. [29]
- La trampa de grasas no debe recolectar descargas domésticas.
- El establecimiento no deberá enviar las descargas líquidas a los cuerpos de agua o al sistema de alcantarillado sin previo tratamiento. [29]

Gestión de residuos

- Los establecimientos destinados para cambios de aceites por lo menos contarán con una fosa, con sedimentadores y canaletas conectados a una trampa de grasas y aceites. [29]
- Los residuos provenientes del mantenimiento y arreglo de los motores y piezas del automóvil deben separarse en la fuente y entregarse al gestor ambiental autorizado. [29]
- Los recipientes de almacenamiento de residuos deberán mantenerse en buen estado y cerrados en caso que lo requieran.
- Los residuos procedentes de cambios de aceite no deben ser mezclados con la basura doméstica. [29]
- Los aceites minerales, sintéticos, grasas lubricantes y solventes hidrocarburoados, generados en el establecimiento, deberán ser recolectados y dispuestos, por separado y previo a un proceso de filtrado primario, en tanques de almacenamiento debidamente identificados, etiquetados y protegidos de la lluvia. [29]
- Los residuos sólidos como filtros usados, empaques, plásticos, cauchos, pernos, materiales metálicos, materiales de madera y otros, deben ser entregados a los gestores autorizados. En el caso de los filtros de aceite, su contenido debe ser drenado antes de disponerlos en un recipiente exclusivo, y entregarlos a los gestores autorizados. [29]
- El Municipio o sus delegados serán los encargados de recolectar el contenido de los recipientes de aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburoados contaminados acorde a la generación del establecimiento. El generador brindará las facilidades de recolección y acceso al gestor ambiental autorizado.[29]

- El área en la cual se localicen los recipientes de almacenamiento, deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos: [29]
 - a. Contar con techo.
 - b. Tener facilidad de acceso y maniobras de carga y descarga.
 - c. El piso debe ser impermeabilizado para evitar infiltraciones en el suelo.
 - d. No debe existir ninguna conexión al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua.
 - e. Todos los establecimientos que manejen solventes, grasas y aceites contarán con un lugar destinado para la disposición provisional de estos elementos utilizados.

2.1.2. Ingeniería Hidráulica

La Ingeniería Hidráulica es una rama de la Ingeniería Civil se encarga de ejecutar y proyectar obras de Ingeniería Civil que tengan relación directa con el agua, y se emplean para distintas funciones, entre ellas: obtención de energía hidráulica, para la irrigación, para la potabilización, para la canalización, para la construcción de estructuras en mares, ríos, lagos.

Los Ingenieros Hidráulicos son los que se encargan de realizar las investigaciones mediante ensayos, obteniendo resultados experimentales. Además es el encargado de realizar el diseño, luego materializarlos y finalmente operarlos en lo que se refiere a obras hidráulicas [15].

Una de las ramas de la Ingeniería Civil es la Ingeniería Hidráulica la que se ocupa de planificar y construir las obras Hidráulicas, entendiendo que es una obra civil de seguir dimensiones y características establecidas,

atendiendo principalmente a criterios y normas Hidráulicas, empleadas en distintas funciones como el tratamiento de aguas residuales.

2.1.3. Aguas Residuales

Las aguas residuales son las que han sido utilizadas en varias actividades diarias (Domesticas o Urbanas, Industriales, escorrentías de usos agrícolas y pluviales) [16].



Ilustración 1. Manual de las aguas residuales industriales, 2012

2.1.4. Composición de las Aguas Residuales

La composición de las aguas residuales es muy variable en razón de los diversos factores que lo afectan. Entre estos se tiene el consumo promedio de agua por habitante y por día que afecta su concentración (cantidad) y los hábitos alimenticios de la población que caracteriza su composición química (calidad) [17].

2.1.5. Tipos de Aguas Residuales

Las aguas residuales se definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos. [18]

Existen diferentes tipos de aguas residuales por sus diversos orígenes:

- Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes y grasas. [18]
- Aguas blancas: pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración. [18]
- Aguas residuales industriales: proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales. [18]
- Aguas residuales agrícolas: procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo [18].

2.1.6. Evaluación de la Calidad del Agua Residual

El diseño y manejo de las plantas de tratamiento requieren de una evaluación de la calidad de las aguas residuales. Los principales parámetros a ser evaluados a este respecto son: [19]

- Sólidos suspendidos totales. (SST): Están compuestos por partículas orgánicas o inorgánicas fácilmente separables del líquido por sedimentación, filtración o centrifugación. [19]
- Color. El color en aguas residuales es causado por los sólidos en suspensión, material coloidal y sustancias en solución. Asimismo, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual. [19]
- Turbidez. Se define a la turbidez de una muestra de agua, como una medida de la pérdida de su transparencia, ocasionada por el material en suspensión que arrastra la corriente de agua. Este material puede consistir en arcillas, limos, algas, etcétera, que se mantienen en suspensión debido a la fuerza de arrastre de la corriente o a su naturaleza coloidal. [19]
- Olor. La determinación del olor es un aspecto muy importante en plantas de tratamiento de aguas residuales, especialmente cuando dichas instalaciones se encuentran cerca de centros poblados. [19]

El olor de un agua residual fresca y bien tratada es inofensivo, razonablemente soportable, similar al del moho. Pero cuando el proceso de degradación de contaminantes se realiza en condiciones

anaerobias (en ausencia de oxígeno), existe una amplia gama de olores desagradables que son liberados. [19]

- El pH indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se utiliza esta notación como medida de la naturaleza ácida o alcalina de una solución acuosa. Muchas propiedades de las sustancias químicas dependen de la concentración del hidrógeno en solución (pH) [19].

La presente Investigación utiliza los siguientes parámetros, que permitieron determinar los resultados necesarios para el sustento de la hipótesis planteada:

- Demanda Química de Oxígeno (DQO): Es la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química (destrucción) de la materia orgánica. Esta prueba proporciona un medio indirecto de la concentración de materia orgánica en el agua residual. [19]
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5): Es la cantidad de materia orgánica fácilmente biodegradable durante cinco días y a 20°C y corresponde a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar biológicamente la materia orgánica. La relación DQO/DBO5 proporciona una indicación de la biodegradabilidad de las aguas residuales. [19]
- Aceites y grasas tienen como características principales la insolubilidad en el agua. Están siempre en las aguas residuales domésticas, debido al uso de mantequilla y aceites vegetales en cocina. Pueden incluir también algunos derivados del petróleo debido a contribuciones no permitidas (por ejemplo de estacionamientos de gasolina lavadoras de autos etc.) [17].

2.1.7. Razones para el Tratamiento de las Aguas Residuales

El tratamiento de las aguas residuales es realizado con el propósito de evitar la contaminación física, química, bioquímica, biológica. De un modo general, el tratamiento persigue evitar: [17].

- Daños a los abastecimientos públicos, privados e industriales de suministro de agua.
- Daño a las aguas destinadas a la recreación y el esparcimiento.
- Daños a las actividades piscícolas.
- Perjuicios a la agricultura y depreciación del valor de la tierra.
- Impacto al entorno ecológico. [17].

El tratamiento de las aguas residuales ha sido una consecuencia del desarrollo de la civilización y que se caracteriza por el aumento y expansión industrial. Las razones que justifican el tratamiento de las aguas residuales pueden ser resumidas en cuatro puntos: [17].

1. Razones higiénicas o de salud pública.
2. Razones económicas.
3. Razones estéticas.
4. Razones legales

2.1.8. Clasificación del Tratamiento de Aguas Residuales

Por motivos de practicidad y por la costumbre existente en Latinoamérica, en el presente documento se definirán las etapas de tratamiento de la manera siguiente: [17].

- Tratamiento preliminar.

- Tratamiento primario.
- Tratamiento secundario.
- Tratamiento avanzado o terciario.
- Desinfección. [17].

2.1.8.1. Tratamiento Preliminar

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de tratamiento y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de las plantas de tratamiento. [17]

Los objetivos de tratamiento de las unidades preliminares se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Procesos de Pre Tratamiento de Aguas Residuales

OBJETIVO DE LOS PROCESOS DE PRE TRATAMIENTO	
PROCESO	OBJETIVO
REJAS	Eliminar de solidos gruesos
TRITURACIÓN	Desmenuzamiento de solidos
DESARENADORES	Eliminación de arenas y gravilla
DESENGRASANTES	Eliminación de aceites y grasas
PREPARACIÓN	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

Fuente: Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2002.

2.1.8.2. Tratamiento Primario

Tiene como objetivo la remoción por medios físicos o mecánicos de una parte sustancial del material sedimentable o flotante. Es decir, el tratamiento primario es capaz de remover no solamente la materia que incomoda, sino también una fracción importante de la carga orgánica y que puede representar entre el 25% y el 40% de la DBO y entre el 50% y el 65% de los sólidos suspendidos. Entre los tipos de tratamiento primario se citan: [17].

- Sedimentación primaria.
- Flotación.
- Precipitación química.
- Filtros gruesos.
- Oxidación química.
- Coagulación, floculación, sedimentación y filtración

2.1.8.3. Tratamiento Secundario

La reducción de los compuestos orgánicos presente en el agua residual, acondicionada previamente mediante tratamiento primario, se realiza exclusivamente por procesos biológicos. Este proceso reduce o convierte la materia orgánica finamente dividida y/o disuelta, en sólidos sedimentables floculentos que puedan ser separados por sedimentación en tanques de decantación. Los procesos biológicos más utilizados son los lodos activados y filtros percoladores. Los tratamientos biológicos de esta categoría tienen una eficiencia remocional de la DBO entre el 85% al 95%, y están compuestos por: [17]

- Filtración biológica:

- Baja capacidad (filtros clásicos).
- Alta capacidad:
 - Filtros comunes.
 - Biofiltros.
- Lodos activados:
 - Convencional.
 - Alta capacidad [17].

2.1.8.4. Tratamiento Avanzado o Terciario

Tiene como objetivo complementar los procesos anteriormente indicados para lograr efluentes más puros, con menor carga contaminante y que pueda ser utilizado para diferentes usos como recarga de acuíferos, recreación, agua industrial, etc. las sustancias o compuestos comúnmente removidos son: [17]

- Fosfatos y nitratos.
- Huevos y quistes de parásitos.
- Sustancias tóxicas activas.
- Algas.
- Bacterias y virus (desinfección).
- Sólidos totales y disueltos.
- Temperatura

2.1.9. Desinfección

Se emplea para reducir principalmente el contenido de bacterias, virus y quistes amebianos en las aguas residuales tratadas, previo a su disposición final. La desinfección consiste en la destrucción selectiva de los organismos causantes de enfermedades. La desinfección suele realizarse mediante

agentes químicos, físicos, mecánicos y radiación. De ellos el más utilizado es la desinfección química con cloro. [17]

2.1.10. Límites de Descargar al Sistema de Alcantarillado Público.

Las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos en la **TABLA 9** del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios [20].

Tabla 2. Límites de Descargar al Sistema de Alcantarillado Público.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
ACEITES Y GRASAS	solubles en hexano	mg/l	70
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (5 DÍAS)	DBO	mg/l	250
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	DQO	mg/l	500
POTENCIAL DE HIDROGENO	PH		6 - 9
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		mg/l	220

Fuente: Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), 2015.

2.1.11. Calidad del Agua

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua [21].

2.1.12. Tipos de Filtración de Agua

Los Tipos de filtración de agua se pueden clasificar, de acuerdo con el tipo de procesos que las conforman, en plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta. [21]

2.1.12.1. Plantas de Filtración Rápida

Estas plantas se denominan así porque los filtros que las integran operan con velocidades altas, entre 80 y 300 m³/m².d, de acuerdo con las características del agua, del medio filtrante y de los recursos disponibles para operar y mantener estas instalaciones.

Como consecuencia de las altas velocidades con las que operan estos filtros, se colmatan en un lapso de 40 a 50 horas en promedio. En esta situación, se aplica el retrolavado o lavado ascensional de la unidad durante un lapso de 5 a 15 minutos (dependiendo del tipo de sistema de lavado) para descolmatar el medio filtrante devolviéndole su porosidad inicial y reanudar la operación de la unidad. [21]

De acuerdo con la calidad del agua por tratar, se presentan dos soluciones dentro de este tipo de plantas: [21]

- Plantas de filtración rápida completa
- Plantas de filtración directa.

Plantas de filtración rápida completa: una planta de filtración rápida completa normalmente está integrada por los procesos de coagulación, decantación, filtración y desinfección. El proceso de coagulación se realiza en dos etapas: una fuerte agitación del agua para obtener una dispersión instantánea de la sustancia coagulante en toda la masa de agua (mezcla rápida) seguida de una agitación lenta para promover la rápida aglomeración y crecimiento del floculo (etapa de floculación). [21]

Filtración directa: es una alternativa a la filtración rápida, constituida por los procesos de mezcla rápida y filtración, apropiada solo para aguas claras.

Son ideales para este tipo de solución las aguas provenientes de embalses o represas, que operan como grandes pre-sedimentadores y proporcionan aguas constantemente claras y poco contaminadas. [21]

2.1.12.2. Plantas de Filtración Lenta

Los filtros lentos operan con tasas que normalmente varían entre 0.10 y 0.30 m/h; esto es, con tasas como 100 veces menores que las tasas promedio empleadas en los filtros rápidos; de allí el nombre que tienen. También se les conoce como filtros ingleses, por su lugar de origen. [21]

Los filtros lentos simulan los procesos de tratamiento que se efectúan en la naturaleza en forma espontánea, al percolar el agua proveniente de las

lluvias, ríos, lagunas, etcétera, a través de los estratos de la corteza terrestre, atravesando capas de grava, arena y arcilla hasta alcanzar los acuíferos o ríos subterráneos. Al igual que en la naturaleza, los procesos que emplean estos filtros son físicos y biológicos [21].

2.1.12.3. Filtración de Agua

En general, se considera la filtración como el paso de un fluido a través de un medio poroso que retiene la materia que se encuentra en suspensión [22].

Filtro de Fibra de Coco

La fibra utilizada para el relleno de biofiltros proviene del mesocarpio del coco. Es un material muy fibroso, que hay que cribar-el fin de separar las fibras largas, que serán utilizados para biofiltros [23].

2.1.13. Característica de la Fibra de Coco

Tabla 3. Características de la Fibra de Coco

NOMBRE DEL MATERIAL ORGÁNICO	Fibra de coco (cocos nucífera)
TAMAÑO DEL COCO	20-30 cm
FORMA	redondeada o ovoide
COLOR	amarillento - verdoso
PESO DEL COCO	2.5 kg
PESO DE LA FIBRA DE COCO	11 libras de fibra
FORMA DE LA FIBRA DE COCO	1 - 2 cm

Fuente: Características Mecánica y Morfológica de Polipropileno de la Fibras de Coco Verde. 2006

Tabla 4. Propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas

PROPIEDADES FÍSICAS	
Equilibrio óptimo entre retención del agua y capacidad de aireación	
Inercia térmica absorbe o cede calor con rapidez	
PROPIEDADES QUÍMICAS	
pH	5.5 - 6.5
PROPIEDADES MECÁNICAS	
• Capacidad de retención del agua	25 - 50 %
• Fácil de tallar	
• Fácil de cortar	
• Buena resistencia a los agentes atmosférico	
• Alta resistencia	
• Durabilidad	

Fuente: Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de la Fibra de Coco, 2002.

2.2. HIPÓTESIS

La Fibra de Coco como material filtrante, optimizará el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta” Ubicada en el Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua.

2.3. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. Variable Independiente

Fibra de Coco como material filtrante

2.3.2. Variable Dependiente

Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

En base a realidad del proyecto se utilizó dos métodos de investigación: **el de laboratorio** que, dado que el máximo objetivo es el control, se realiza en un ambiente controlado (de tipo laboratorio) [26]; pues carece de las características propias del ambiente natural. Se crea el ambiente óptimo porque permite comprobar la eficacia de la fibra de coco como material filtrante.

Es de tipo de investigación es **experimental** porque manipula una o varias variables independientes, ejerciendo el máximo control en los resultados obtenidos en el laboratorio, al realizar los procesos necesarios para determinar la utilidad de la fibra de coco en el tratamiento de aguas residuales. [26].

Su metodología es **cuantitativa** porque persigue describir sucesos complejos en su medio natural, con información preferentemente cualitativa [26].

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación se realizó en el Cantón Cevallos en la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurietta”, tomando como población el tiempo estimado para la aplicación del tratamiento en las aguas residuales que es de 90 días, en este tiempo se determinó la eficacia de la Fibra de Coco en

la purificación de aguas residuales la que fue evaluada cada semana, dotando de resultados óptimos que han plasmado el cumplimiento de los objetivos planteados.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Variable Independiente

Tabla 5. Fibra de Coco como Material Filtrante

Variable Independiente Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La fibra de coco es un sustrato orgánico, 100% natural y renovable, presenta una excelente capacidad de retención y purificación de agua y aireación, es totalmente biodegradable.	Sulfato orgánico	Estructura granular homogénea, con alta porosidad total.	¿Cuál es la utilidad de la fibra de coco?	Análisis de laboratorio
	Capacidad de retención de agua	Eliminación de sólidos y químicos	¿Cuál el proceso de eliminación de aceites, grasas y control de olores en el agua contaminada?	
	Biodegradable.	Degradación de la celulosa por activadores biológicos	¿Cuál es el nivel de afectación ambiental en la utilización de la fibra de coco?	

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

3.3.2. Variable Dependiente

Tabla 6. Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.

Variable Independiente Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Las aguas residuales de los lavaderos de vehículos se caracterizan por una importante carga contaminante de hidrocarburos y sólidos en suspensión. Estos contaminantes provocan problemas en los procesos de depuración biológica urbanos y en los desagües del alcantarillado, haciendo muy recomendable su tratamiento en el propio lavadero.	Aguas residuales Carga contaminante de hidrocarburos y sólidos en suspensión Procesos de depuración	Tratamiento de Agua de Lavado de Vehículos Remoción de aceites, combustibles, fluidos hidráulicos, sólidos filtrables, sólidos. Eliminación de sólidos en suspensión fácilmente sedimentables y algo de materia orgánica.	¿Cuál es el tratamiento que se utiliza para purificar el agua del lavado de vehículos? ¿En qué consiste el proceso de remoción de aceites, combustibles, fluidos hidráulicos, sólidos filtrables, sólidos del agua utilizada para el lavado de vehículos? ¿Cuál es el proceso de eliminación de sólidos y materia orgánica que contamina el agua utilizada en el lavado de autos?	Análisis de laboratorio

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 7. Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	EXPLICACIÓN
¿Qué evaluar?	La Fibra de Coco como material filtrante optimizará el tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.
¿Sobre qué evaluar?	La efectividad de la Fibra de Coco como material filtrante.
¿Sobre qué aspectos?	Su estructura fibrosa, la eliminación de sólidos y químicos y la degradación de la celulosa por activadores biológicos
¿Quién evalúa?	Alex Navas Franco
¿Qué se evalúa?	Las Aguas Residuales Provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta” ubicada en el Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua
¿Dónde evalúa?	En los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, ubicados en la Universidad Técnica de Ambato. En el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo.
¿Cómo y con Qué?	Mediante el Análisis Físico-Químico del agua, realizado en un Laboratorio Especializado. En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, ubicados en la U.T.A. En el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

3.5. PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

Se construyó el Filtro en la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta”, ubicada en el Cantón Cevallos con la finalidad de mantener la integridad del filtro, suministrar agua al filtro, facilitar la toma de muestras y la reducción de costos.

Para la elaboración del filtro se seleccionó material orgánico como es la Fibra de Coco que se lo corto en pequeñas partes entre 1 – 2 cm para el funcionamiento del filtro.

Una vez realizado el proceso de filtración se toma muestras cada 10 días para realizar los análisis correspondientes, cada muestra se debe realizar de acuerdo a las especificaciones de la norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la realización de este proyecto experimental consta de un de un filtro elaborado de un solo material “Fibra de Coco”, que es un material orgánico que se va emplear para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta”.

4.1.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

Tabla 8. Ficha Técnica de la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”

Datos generales del Propietario				
Representante Legal	German Izurieta			
Dirección	Calle Policarpa Tinajero y Pedro Fermín Cevallos			
Teléfono	992602066			
Correo Electrónico	germanizurieta@hotmail.com			
Datos generales del Proyecto				
Nombre	Lubricadora Izurieta			
Tipo de actividad (Categorización):	Construcción y/u Operación de Mecanicas, lavadoras y lubricadoras			
Permiso ambiental	Registro Ambiental, Resolución No. GAD PT-Z3-2015-1315			
Fecha de obtención	28 de Enero de 2016			
Código	MAE-RA-2016-232117			
Tipo de empresa	Privada	Pública	Mixta	
	X			
Ubicación del proyecto, obra o actividad.	Provincia	Cantón	Parroquia	
	Tungurahua	Cevallos	Tambo la Universidad	
	COORDENADAS			
	PUNTO	LONGITUD ESTE X	LATITUD NORTE Y	ALTURA [m.s.n.m.]
	P1	766112	9849530	2600
P2	766090	9849538	2600	

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 2. Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”




Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.2. Determinación de Caudales

LECTURAS DE MEDIDOR DURANTE 10 DÍAS (CAUDAL MEDIO DIARIO)

Tabla 9. Determinación del caudal medio diario

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>					
<p>Determinación del Caudal Medio Diario Utilizado en la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta” Realizado por: Navas Franco Alex Neptalí Período: 18/04/2017 - 28/04/2017 MEDIDOR: Volumétrico ISO 4064 - CLASE B</p>					
					HOJA N°: 1
DIA	FECHA	HORA	LECTURA	CONSUMO m ³ /d	OBSERVACIONES
MARTES	18/07/2017	08H15	537.7642	1.9317	Producción Normal
MIÉRCOLES	19/07/2017	08H15	539.6959		
JUEVES	20/07/2017	08H15	540.0277	3.4948	Producción Normal
VIERNES	21/07/2017	08H15	543.5225		
SÁBADO	22/07/2017	08H15	545.5037	3.4658	Producción Normal
LUNES	24/07/2017	08H15	548.9695		
MARTES	25/07/2017	08H15	550.5831	1.5168	Producción Normal
MIÉRCOLES	26/07/2017	08H15	552.0999		
JUEVES	27/07/2017	08H15	554.3756	1.671	Producción Normal
VIERNES	28/07/2017	08H15	556.0466		
CAUDAL MEDIO DIARIO=				2.41602	m³/d

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Cuadro de Caudales Máximos de Unidades sanitarias que existe en la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”

Tabla 10. Cuadro de Caudales Máximos de Unidades Sanitarias

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACTULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
UNIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
REALIZADO POR: Navas Franco Alex Neptali FECHA: AGOSTO 2017							
CUADRO DE CAUDALES MÁXIMOS DE UNIDADES SANITARIAS							
NIVEL	USO	BLOQUE	TIPO	UNIDAD	CAUDAL		
					METÓDO BRITANICO	METÓDO ALEMAN	METÓDO RACIONAL
			APARATO SANITARIO	u	lt/sg	lt/sg	lt/sg
2.5	LUBRICADORA Y LAVADORA	LATERAL DERECHA	<i>INODORO</i>	4	1.26	4.00	0.8
			<i>LAVAMANOS</i>	4	0.504	4.00	0.4
			<i>URINARIO</i>	1	0.126	1.00	0.1
			<i>LAVAPLATOS</i>	1	0.126	1.00	0.2
			<i>DUCHAS</i>	1	0.126	1.00	0.25
			<i>OTRO</i>	1	0.126	1.00	0.25
			PARCIAL POR PISO		2.268	0.873	0.60
TOTAL=				12	2.268	0.87	0.60
CAUDAL CORREGIDO=					2.23	0.24	0.18

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Se asume el caudal máximo generado por el Método Racional en virtud de estar dentro de los métodos semi empíricos más cercanos a la realidad, debe indicarse que los métodos probabilísticos como Hunter o Hunter Modificado genera datos demasiados para este edificio, por su frecuencia de uso de los muebles sanitarios.

$$\text{Caudal Máximo} = 0.60 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

Cálculos para determinar el Caudal empleado en la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”

- **Caudal Medio Diario.**

$$Q_{md} = ?$$

$$Q_{Max} = K * Q_{md}$$

$$Q_{md} = \frac{Q_{Max}}{k}$$

$$K = 2.5$$

$$Q_{md} = \frac{0.60 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}}{2.5}$$

$$Q_{md} = 0,24 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

$$Q_{md} = 0,24 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * \frac{86400 \text{ seg}}{\text{m}^3} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{lt}}$$

$$Q_{md} = 0,24 * \frac{86,4\text{m}^3}{24 \text{ h}}$$

$$Q_{md} = 0.86 \frac{m^3}{día}$$

- Caudal empleado para el Proceso de Lavado de autos.

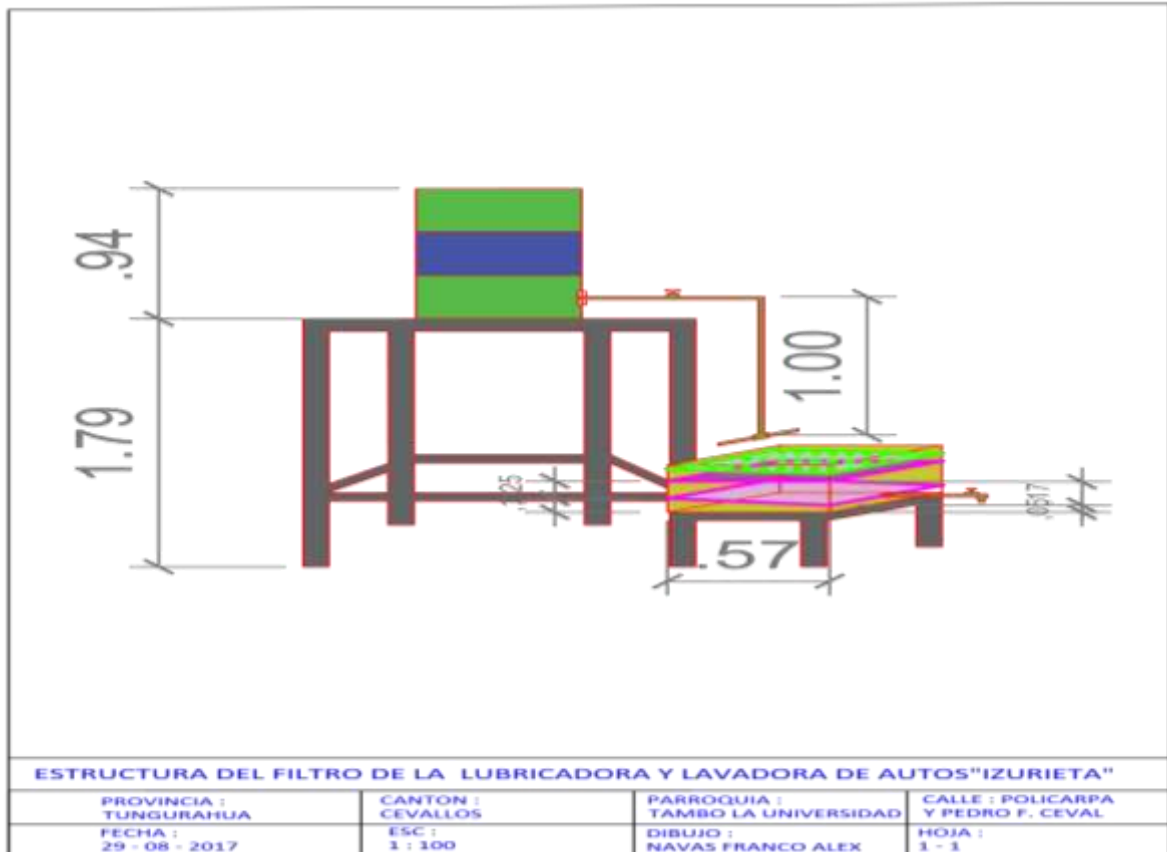
$$Q_{PL} = Q_{Medido} - Q_{md}$$

$$Q_{PL} = 2,41 \frac{m^3}{día} - 0.86 \frac{m^3}{día}$$

$$Q_{PL} = 1.55 \frac{m^3}{día}$$

4.1.3. Diseño de la Estructura para el Proceso de Filtración.

Ilustración 3. Diseño de la estructura del filtro



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.4. Costo del Filtro Artesanal de Fibra de Coco

Tabla 11. Costo del Filtro artesanal de Fibra de Coco para el Tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN \$	VALOR TOTAL EN \$
ESTRUCTURA METÁLICA	1	55	55
RECIPIENTE DE PLÁSTICO	1	17	17
TANQUE DE 55 GALONES	1	22	22
VARIOS	1	25	25
FIBRA DE COCO	11 lb	0	0
		TOTAL \$	119

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017



Para la realización del filtro en lo que se refiere a materia prima no tuvo ningún costo debido a que se lo puede encontrar de una manera fácil la mayoría en contenedores de basura cercanos de los mercados ubicados en la ciudad de Ambato.

4.1.5. Tiempo de Retención Hidráulica (T.R.H)

El Agua Residual Proveniente de la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta” Ubicada en el Cantón Cevallos, presenta las siguientes particularidades: color negro, olor a detergente y aceites, y presenta gran cantidad de partículas.

Para la obtención del tiempo de retención hidráulica se realizó la filtración en el material filtrante (Fibra de Coco).

Tabla 12. Tiempo de Retención Hidráulica (T.R.H) de la Fibra de Coco.

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
MATERIAL	Fibra de Coco
TIEMPO DE RETENCIÓN	5.55 horas
COLOR	Gris palta
OLOR	Se reduce
OBSERVACIONES	Después del proceso del filtrado se pudo observar un cambio de color negro a un color gris plata producido por la retención de partículas en el filtro además la disminución del olor de los detergentes y aceites, cambiando a simple vista y viendo un resultado favorable.

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 4. Agua antes filtrar



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 5. Agua filtrada por fibra de coco



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6. Número de Muestras Tomadas

El Filtro de Fibra de Coco estuvo en funcionamiento durante 90 días, en los cuales se realizaron 1 muestra cruda y 9 muestras filtradas cada 10 días, las cuales se analizaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, ubicados en la Universidad Técnica de Ambato. Y en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Tabla 13. Parámetros analizados

N° DE MUESTRA PARÁMETROS		90 DÍAS DE PROCESO DE FILTRADO									
		M1	M2	M3	M4	M5	M CRUDA	M6	M7	M8	M9
DBO 5											
DQO											
ACEITES Y GRASAS											

Especificación



Después del proceso de filtración



Antes del proceso de filtración

M 1 = Muestra Numero 1

MC = Muestra Cruda

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6. Resultados de los Análisis

Para comparar los resultados con los datos obtenidos de los análisis de cada muestra se tomó de la **TABLA 9** del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, del Registro Oficial Ministerio del Ambiente, 2015.

Tabla 14. Límites de Descargar al Sistema de Alcantarillado Público.



PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
ACEITES Y GRASAS	solubles en hexano	mg/l	70
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (5 DÍAS)	DBO	mg/l	250
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	DQO	mg/l	500

Fuente: Registro Oficial Ministerio del Ambiente, 2015.

4.1.6.1. Análisis de la Muestra Cruda

Los resultados obtenidos de la muestra cruda realizadas en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 15. Resultados de muestra antes de ser filtrada

 "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Cruda	FECHA DE ANÁLISIS:	24 – 07 - 2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	407
DQO	(mg/l)	500	980
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	268



Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.2. Primer Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la primera muestra filtrada a los 10 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 16. Resultados de muestra filtrada a los 10 días.

 "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 1	FECHA DE ANÁLISIS:	26-06-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5w	(mg/l)	250	358
DQO	(mg/l)	500	760
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	260


Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.3. Segundo Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la segunda muestra filtrada a los 20 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 17. Resultados de muestra filtrada a los 20 días.

 "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 2	FECHA DE ANÁLISIS:	03-07-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	1255
DQO	(mg/l)	500	2670
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	192



Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.4. Tercer Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la tercera muestra filtrada a los 30 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 18. Resultados de muestra filtrada a los 30 días.

 "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 3	FECHA DE ANÁLISIS:	10-07-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	1286
DQO	(mg/l)	500	2625
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	174



Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.5. Cuarto Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la cuarta muestra filtrada a los 40 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 19. Resultados de muestra filtrada a los 40 días.

 "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 4	FECHA DE ANÁLISIS:	0317-07-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	1026
DQO	(mg/l)	500	1850
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	152

Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.6. Quinto Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la quinta muestra filtrada a los 50 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 20. Resultados de muestra filtrada a los 50 días.

"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 5	FECHA DE ANÁLISIS:	24-07-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	751
DQO	(mg/l)	500	1430
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	122

Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.7. Sexto Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la sexta muestra filtrada a los 60 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 21. Resultados de muestra filtrada a los 60 días.

"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 6	FECHA DE ANÁLISIS:	31-07-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	694
DQO	(mg/l)	500	1082
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	108

Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.8. Séptimo Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la séptima muestra filtrada a los 70 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 22. Resultados de muestra filtrada a los 70 días.

"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 7	FECHA DE ANÁLISIS:	07-08-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	341.5
DQO	(mg/l)	500	972
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	0.000069

Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.9. Octavo Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la octava muestra filtrada a los 80 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 23. Resultados de muestra filtrada a los 80 días.

"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 8	FECHA DE ANÁLISIS:	16-08-2017
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	228
DQO	(mg/l)	500	609
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	0.063



Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.1.6.10. Noveno Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados obtenidos de la novena muestra filtrada a los 90 días fueron realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo son los siguientes.

Tabla 24. Resultados de muestra filtrada a los 92 días.

 "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE FILTRADO			
TIPO DE MUESTRA:	Filtrada 9	FECHA DE ANÁLISIS:	28 – 08 - 17
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES	RESULTADOS
DBO 5	(mg/l)	250	194
DQO	(mg/l)	500	401
ACEITES Y GRASAS	(mg/l)	70	0.058

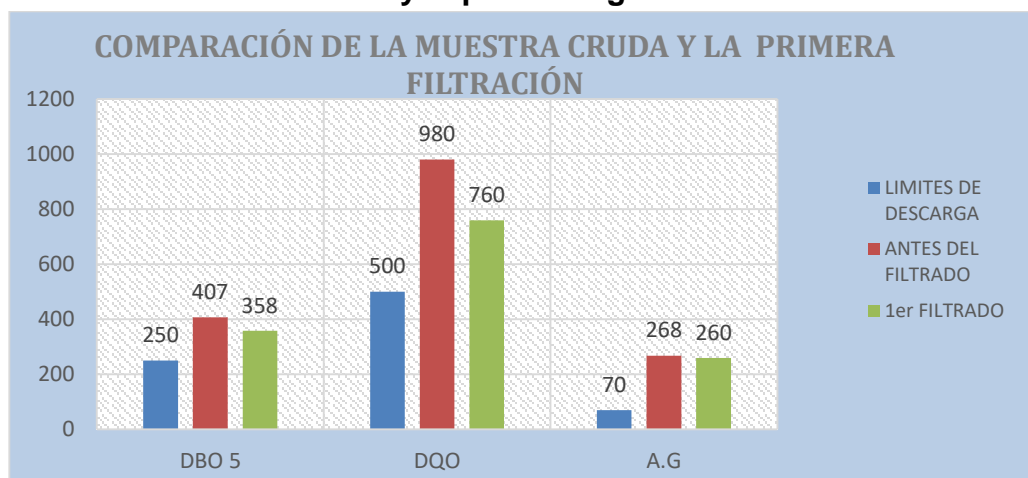
Fuente: Informe de Análisis Físico - Químico Laboratorio de Servicios Ambientales de la (UNACH)

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1. Análisis de los Resultados de la Primera Filtración.

Gráfico 1. Comparación de los primeros resultados entre agua cruda y la primera agua filtrada.



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

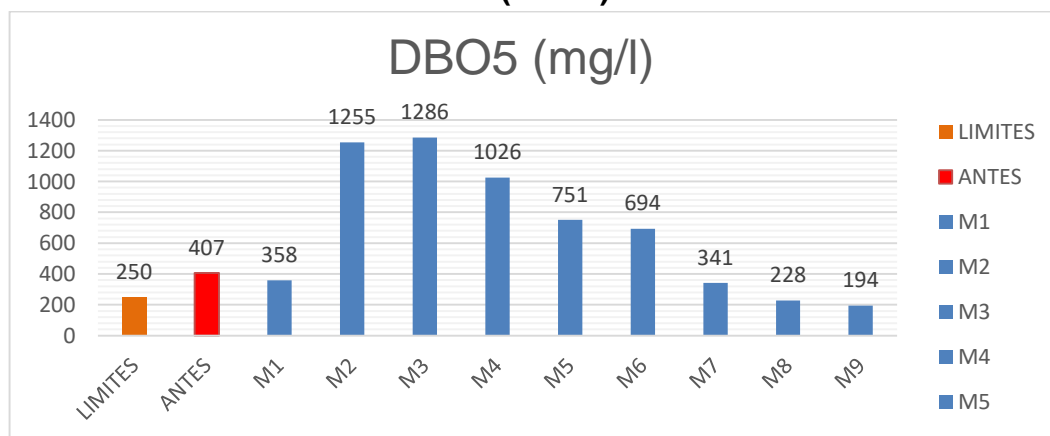
En el gráfico 1 se puede apreciar los resultados obtenidos de los análisis realizados al agua cruda y al agua de la primera filtración, se puede apreciar la variación en relación a los parámetros de los límites de descarga como son:

- El valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5) del agua sin filtrar es de 407 mg/l y después de la primera filtración el valor es de 358 mg/l, a pesar de que hay descenso en relación a las muestras crudas este valor se encuentra sobre los límites de descarga que es de 250 mg/l.
- El valor de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) del agua sin filtrar es de 980 mg/l y después de la primera filtración el valor es de 760 mg/l, a pesar de que hay descenso en relación a las muestras crudas este valor se encuentra sobre los límites de descarga que es de 500 mg/l.
- El valor de aceites y grasas del agua sin filtrar es de 268 mg/l y después de la primera filtración el valor es de 260 mg/l, a pesar de que hay descenso en relación a las muestras crudas este valor se encuentra sobre los límites de descarga que es de 70 mg/l.

4.2.2. Análisis de los Resultados por Parámetros

Valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5).

Gráfico 2. Comparación de los resultados de los análisis del (DBO5).



El cálculo de la Eficiencia del Filtro en Función al Valor de la Muestra Cruda se lo realiza mediante la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia en \%} = \frac{\text{DBO5 C} - \text{DBO5 M}}{\text{DBO5 C}} * 100$$

$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = \frac{407 - 358}{407} * 100$$



$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = 12.04$$

Donde:

DBO5 C = Muestra Cruda

DBO5 M = Muestra en días

Tabla 25. Disminución en Porcentaje del DBO5 en función al Valor de la Muestra Cruda

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
N° DE MUESTRA	DBO5 (mg/l)	PARAMETROS EN %
RESULTADO ANTES DE FILTRAR	407	100%
M 10 días	358	12.04%
M 20 días	1255	-208.35%
M 30 días	1286	-215.97%
M 40 días	1026	-152.09%
M 50 días	751	-84.52%
M 60 días	694	-70.52%
M 70 días	341	16.22%
M 80 días	228	43.98%
M 90 días	194	52.33%

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

El cálculo de la eficiencia del filtro en función al Límite de Descarga se lo realiza mediante la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia en \%} = \frac{\text{DBO5 M} * 100}{\text{Límite del DBO5}}$$

$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = \frac{407 * 100}{250}$$



$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = 162.80$$

Donde:

Límite del DBO5 = 250

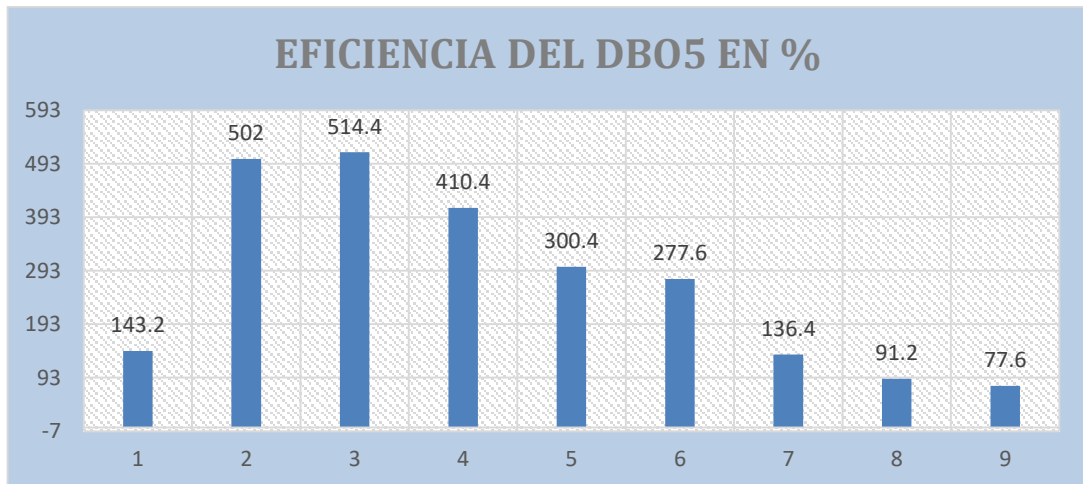
DBO5 M = Muestra en días

Tabla 26. Disminución en Porcentaje del DBO5 en función al Límite de Descarga

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
N° DE MUESTRA	DBO5 (mg/l)	PARAMETROS EN %
LIMITE DE DESCARGA	250	100
RESULTADO ANTES DE FILTRAR	407	162.80
M 10 días	358	143.20
M 20 días	1255	502.00
M 30 días	1286	514.40
M 40 días	1026	410.40
M 50 días	751	300.40
M 60 días	694	277.60
M 70 días	341	136.40
M 80 días	228	91.20
M 90 días	194	77.60

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Gráfico 3. Eficiencia del DBO5 en % durante los 90 días de filtración en función al Límite de Descarga



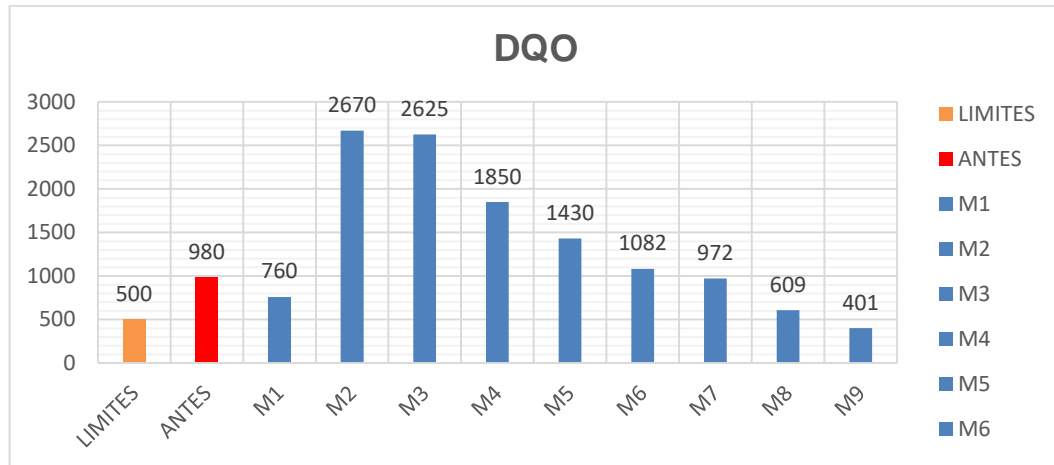
Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Los valores del DBO5 antes de empezar el proceso de filtración nos dio como resultados 407 mg/l. durante los 90 días de funcionamiento del filtro se ha realizado 9 análisis cada 10 días. En la tabla 26 se puede observar los resultados de los diferentes análisis realizados, el primer valor después del filtrado fue de 358 mg/l verificando así un descenso, a partir del segundo análisis hubo un aumento en el resultado de 1255 mg/l, y hasta la realización de los nueve análisis se observa un descenso en cada muestra del agua filtrada obteniendo así en el resultado de la muestra novena un valor de 194 mg/l que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en la **TABLA 9** del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Como podemos observar que la eficiencia Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5), la mayor reducción tenemos en el análisis de la muestra novena con el 77.6 % que se refiere a un valor de 194mg/l que se comprobó que se encuentra dentro del rango esperado.

4.2.3. Valores de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Gráfico 4. Comparación de los resultados de los análisis de (DQO).



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

El cálculo de la Eficiencia del Filtro en Función al Valor de la Muestra Cruda se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia en \%} = \frac{\text{DQO C} - \text{DQO M}}{\text{DQO C}} * 100$$

$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = \frac{980 - 760}{980} * 100$$



$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = 22.45$$

Donde:

DQO C = Muestra Cruda

DQO M = Muestra en días

Tabla 27. Disminución en Porcentaje del DQO en función al Valor de la Muestra Cruda

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
N° DE MUESTRA	DQO (mg/l)	PARAMETROS EN %
RESULTADO ANTES DE FILTRAR	980	100%
M 10 días	760	22.45%
M 20 días	2670	-172.45%
M 30 días	2625	-167.86%
M 40 días	1850	-88.78%
M 50 días	1430	-45.92%
M 60 días	1082	-10.41%
M 70 días	972	0.82%
M 80 días	609	37.86%
M 90 días	401	59.08%

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

El cálculo de la eficiencia del filtro en función al Límite de Descarga se lo realiza mediante la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia en \%} = \frac{\text{DQO M} * 100}{\text{Límite del DQO}}$$

$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = \frac{980 * 100}{500}$$

$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = 196$$

Donde:

Límite del DQO = 500

DQO M = Muestra en días

Tabla 28. Disminución en Porcentaje del DQO en Función al Límite de Descarga.

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
N° DE MUESTRA	DQO (mg/l)	PARAMETROS EN %
LIMITE DE DESCARGA	500	100
RESULTADO ANTES DE FILTRAR	980	196
M 10 días	760	152
M 20 días	2670	534
M 30 días	2625	525
M 40 días	1850	370
M 50 días	1430	286
M 60 días	1082	216.4
M 70 días	972	194.4
M 80 días	609	121.8
M 90 días	401	80.2

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Gráfico 5. Eficiencia del DQO en % durante los 90 días de filtración en función al Límite de Descarga



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Los valores del DQO antes de empezar el proceso de filtración nos dio como resultados 980 mg/l. durante los 90 días de funcionamiento del filtro se ha realizado 9 análisis cada 10 días. En la tabla 28 se puede observar los resultados de los diferentes análisis realizados, el primer valor después del filtrado fue de 760 mg/l verificando así un descenso, a partir del segundo análisis hubo un aumento en el resultado de 2670 mg/l, y hasta la realización de los nueve análisis se observa un descenso en cada muestra del agua filtrada obteniendo así en el resultado de la muestra novena un valor de 401 mg/l, que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en la **TABLA 9** del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Como podemos observar la eficiencia en la Demanda Química de Oxígeno, que la mayor reducción tenemos en el análisis en la muestra novena con el 80.2 % que se refiere a un valor de 401mg/lt, que se comprobó que se encuentra dentro del rango esperado.

4.2.4. Valores de Aceites y Grasas

Gráfico 6. Comparación de los resultados de Aceites y Grasas



El cálculo de la Eficiencia del Filtro en Función al Valor de la Muestra Cruda se lo realiza mediante la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia en \%} = \frac{\text{Aceites y Grasas C} - \text{Aceites y Grasas M}}{\text{Aceites y Grasas C}} * 100$$

$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = \frac{268 - 260}{268} * 100$$



$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = 2.99$$

Donde:

Aceites y Grasas C = Muestra Cruda

Aceites y Grasas M = Muestra en días

Tabla 29. Disminución en Porcentaje de Aceites y Grasas en función del Valor de la Muestra Cruda.

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
N° DE MUESTRA	ACEITES Y GRASAS (mg/l)	PARAMETROS EN %
RESULTADO ANTES DE FILTRAR	268	100%
M 10 días	260	2.99%
M 20 días	192	28.36%
M 30 días	174	35.07%
M 40 días	152	43.28%
M 50 días	122	54.48%
M 60 días	108	59.70%
M 70 días	0.069	99.97%
M 80 días	0.063	99.98%
M 90 días	0.058	99.98%

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

El cálculo de la eficiencia del filtro en función al Límite de Descarga se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia en \%} = \frac{\text{Aceites y Grasas M} * 100}{\text{Límite del Aceites y Grasas}}$$

$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = \frac{268 * 100}{70}$$



$$\text{Eficiencia en \% en 10 días} = 382.9$$

Donde:

Límite del Aceites y Grasas = 70

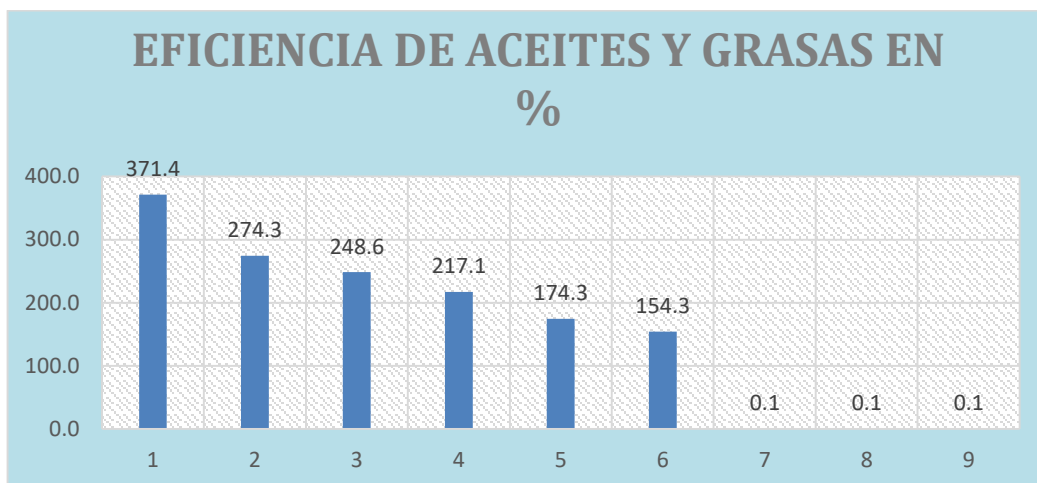
Aceites y Grasas M = Muestra en días

Tabla 30. Disminución en Porcentaje de Aceites y Grasas en Función al Límite de Descarga.

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
N° DE MUESTRA	ACEITES Y GRASAS (mg/l)	PARAMETROS EN %
LIMITE DE DESCARGA	70	100.0
RESULTADO ANTES DE FILTRAR	268	382.9
M 10 días	260	371.4
M 20 días	192	274.3
M 30 días	174	248.6
M 40 días	152	217.1
M 50 días	122	174.3
M 60 días	108	154.3
M 70 días	0.089	0.10
M 80 días	0.063	0.10
M 90 días	0.058	0.10

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Gráfico 7. Eficiencia de Aceites y Grasas en % durante los 90 días de filtración en Función al Límite de Descarga.



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017



Los valores de los Aceites y Grasas antes de empezar el proceso de filtración nos dio como resultados 268 mg/l. durante los 90 días de funcionamiento del filtro se ha realizado 9 análisis cada 10 días. En la tabla 30 se puede observar los resultados de los diferentes análisis realizados, el primer valor después del filtrado fue de 260 mg/l verificando así un descenso, hasta la realización de los nueve análisis se observa un descenso en cada muestra del agua filtrada obteniendo así en el resultado de la muestra nueve un valor de 0.058 mg/l que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en la **TABLA 9** del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Como podemos observar la eficiencia en Aceites y Grasas, la mayor reducción tenemos en el análisis en la muestra novena con el 0.10 % que se refiere a un valor de 0.058mg/l, a partir de la primera a la novena, los valores los valores han disminuido en cada análisis realizado durante los 90 días comprobando que se encuentra dentro del rango esperado.

4.2.5. Análisis de la Eficiencia del Filtro

En el proceso de filtración se comprobó la eficiencia del filtro que se refleja en los resultados obtenidos comprobado con el primer análisis y el último realizados durante el funcionamiento del filtro en los 90 días y analizados en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Tabla 31. Eficiencia del Filtro

 “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PARAMETROO	MUESTRA EN DÍAS	UNIDAD	LIMITE	VALOR DEL ANÁLISIS	% DE EFICIENCIA
DBO5	M 80 Días	mg/l	250	228	91.2
	M 90 Días	mg/l	250	194	77.6
DQO	M 90 Días	mg/l	500	401	80.2
ACEITES Y GRASAS	M 70 Días	mg/l	70	0.089	0.1
	M 80 Días	mg/l	70	0.063	0.1
	M 90 Días	mg/l	70	0.058	0.1

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

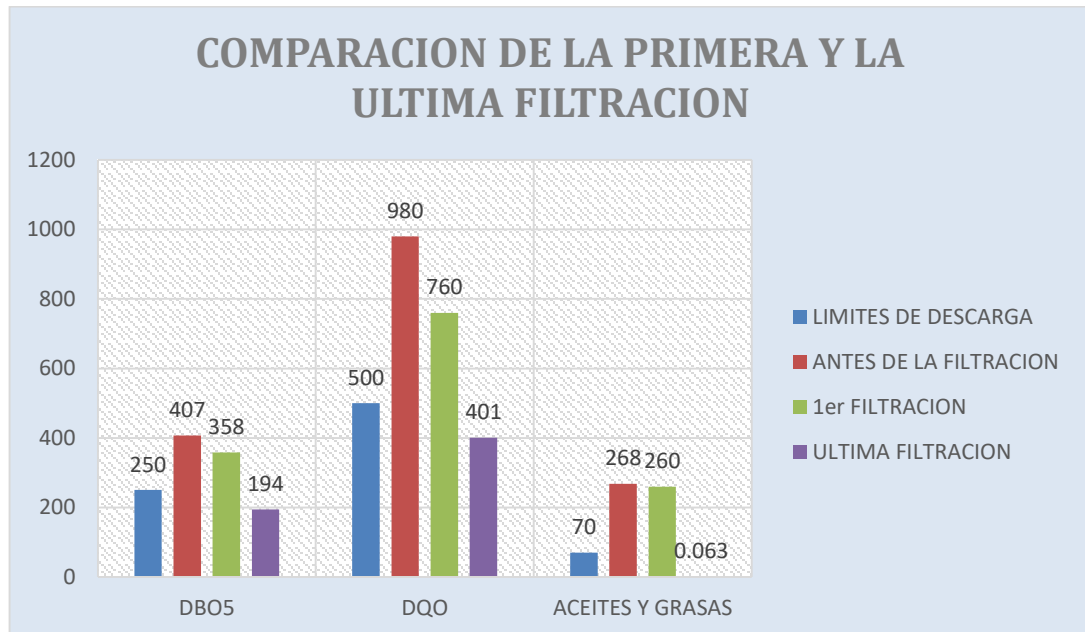
Gráfico 8. Eficiencia del filtro durante los 90 días.



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

El Filtro elaborado de Fibra de Coco tuvo una eficiencia por parámetro el **DBO5** en las muestras tomadas a los 80 días con un valor de 228 mg/l que tiene un porcentaje de 91.20 % y a los 90 días con un valor de 194 mg/l que tiene un porcentaje de 77.60 %. El **DQO** en la muestra tomada a los 90 días con un valor de 401 mg/l que tiene un porcentaje de 80.20 %. Y en **Aceites y Grasas** en las muestras tomadas a los 70 días con un valor 0.089 que tiene un porcentaje de 0.10 %, a los 80 días con un valor 0.063 que tiene un porcentaje de 0.10 %, y a los 90 días con un valor 0.058 que tiene un porcentaje de 0.10 %, cabe mencionar que los mejores resultados se dieron a partir del séptimo análisis , hasta el noveno análisis, logrando disminuir los valores de DBO5, DQO , Aceites Y Grasas, logrando así obtener los valores esperados y que se encuentran dentro del rango de Limites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Publico que se encuentra establecidos en la **TABLA 9** del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

Gráfico 9. Comparación de la muestra cruda, la primera y la última filtración durante los 90 días de filtración.



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

- La Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5) en la novena muestra realizada a los 90 días dio el valor de 194 mg/l y la primera es de 358 mg/l comprobando que el proceso de filtración se ha obtenido los resultados favorables.
- La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en la novena muestra realizada a los 90 días dio el valor de 401 mg/l y la primera es de 760 mg/l comprobando que el proceso de filtración se ha obtenido los resultados favorables.
- Aceites y Grasas en la novena muestra realizada a los 90 días dio el valor de 0.058 mg/l y la primera es de 260 mg/l comprobando que el proceso de filtración se ha obtenido los resultados favorables.

4.2.6. Verificación de Hipótesis

En base a los resultados obtenidos de los análisis realizados, al Agua Residual Filtrada de la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta” ha sido analizada durante 90 días. Se ha realizado análisis en el laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo, donde los resultados obtenidos han mostrado la disminución de los parámetros de **DBO5** en las muestras tomadas a los 80 días con un valor de 228 mg/l que tiene un porcentaje de 91.20 % y a los 90 días con un valor de 194 mg/l que tiene un porcentaje de 77.60 %. El **DQO** en la muestra tomada a los 90 días con un valor de 401 mg/l que tiene un porcentaje de 80.20 %. Y en **Aceites y Grasas** en las muestras tomadas a los 70 días con un valor 0.089 que tiene un porcentaje de 0.10 %, a los 80 días con un valor 0.063 que tiene un porcentaje de 0.10 %, y a los 90 días con un valor 0.058 que tiene un porcentaje de 0.10 %, se ha comprobado la hipótesis planteada en el presente trabajo; es decir “**La Fibra de Coco como material filtrante optimiza el tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos “Izurieta”**” ya que los valores que arrojó el análisis se encuentra dentro del rango de los Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), demostrando la efectividad del filtro elaborado de Fibra de Coco.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó el caudal de agua potable entrante a la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”, fue de 2.41 m³/día, y el caudal empleado en el proceso de Lavado de Vehículos es de 1.55 m³/día, y el agua residual proveniente del proceso del lavado de vehículos fue de 0.86 m³/día.
- Al analizar el agua proveniente de la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izurieta”, en el Laboratorio de Servicios Ambientales acreditado de la Universidad Nacional de Chimborazo se determinó que el nivel de contaminación del agua residual que produce es elevado, la Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5) fue de 407mg/lit, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) fue de 980 mg/lit, y Aceites y grasas fue de 268 mg/lit, ninguno de estos parámetros se encuentran dentro de los rangos de los Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).
- Se verifico que en el segundo análisis realizado a los 20 días el Filtro de Coco se empezó a estabilizarse por que se observó un descenso en los valores de los parámetros analizados llegando al séptimo que arrojó valores positivos en relación al resultado de la muestra sin filtrar.

- Se observó la validez del filtro de “Fibra de Coco” como material filtrante para el tratamiento de Agua Residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de Autos, que logro disminuir los contaminantes analizados en el presente proyecto sustentados en los análisis obtenidos realizados durante los 90 días de funcionamiento del filtro y comprobando que es un material viable para el tratamiento de la aguas residuales provenientes de la Industria.
- De acuerdo a los resultados obtenidos se estableció la eficiencia del filtro en función al Límite de Descarga, elaborado de “Fibra de Coco” como material filtrante de acuerdo a los Análisis Realizados al Agua Residual de la Lavadora y Lubricadora de Autos en la que dio como resultados la **Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5)**, un valor en el análisis de la muestra sin filtrar de 407 mg/lit y un valor en el análisis de muestra filtrada a los 90 días de 194 mg/lit que da un porcentaje un 77.6 % de eficiencia. Los resultados en la **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**, da un valor en el análisis de la muestra sin filtrar de 980 mg/lit y un valor en el análisis de muestra filtrada a los 90 días de 401 mg/lit que da un porcentaje 80.20% de eficiencia. Los resultados en **Aceites y Grasas** da un valor en el análisis de la muestra sin filtrar de 268 mg/lit y un valor en el análisis de muestra filtrada a los 90 días de 0.058 mg/lit que da un porcentaje 0.10%. Se comprobó la disminución de los valores de los parámetros a los 90 días de DBO5, DQO, Aceites y Grasas llegando a estar dentro del rango de los Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

5.2. RECOMENDACIONES

- Para obtener la fibra de coco, se recomienda luego de la recolección, separar la corteza más verde, separar la parte carnosa del coco y finalmente separar en pequeñas fibras de coco un secado de 20 días para que se encuentre en óptimo estado evitando así que en la humedad actúen microorganismos que puedan influir en el funcionamiento, análisis de los resultados y evitar la descomposición.
- La fibra de coco debe ser de un tamaño de 1 a 2 cm para que se pueda compactar y así estabilizarse el filtro de manera más rápida.
- Se recomienda no almacenar el agua residual en tanques que luego se ocupe como agua que va hacer filtrada, ya que puede producir un incremento en los valores de contaminación, alterando así los resultados y la eficiencia del filtro.
- Se debe revisar el caudal a la salida del agua filtrada cada 4 días de manera que el goteo sea el real, es decir de 0.105 lt/ min. y evitar taponamientos en el filtro.
- Se debe aplicar la normativa NTE INEN – ISO 5667-3 para la toma y custodia de las muestras para evitar alteraciones en los resultados de los análisis de cada muestra durante el proceso de filtrado.
- La muestra debe ser trasportada en una hielera para que el recipiente del agua tenga una temperatura de 15°C y preservar los resultados y la información más real.

- Se debe llevar las muestras bien etiquetadas con la información más directa como nombre de la muestra, fecha de recolección muestra, parámetros a analizar, código, nombre de la Industria de recolección de la muestra, nombre a quien pertenece la muestra, para evitar confusiones en los procesos posteriores.
- Los análisis se deber realizar en un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (S.A.E) para garantizar que los resultados sean los requeridos en los estándares establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Se recomienda para próximos Proyectos de Investigación relacionados al Tratamiento de Aguas Residuales, en el Cálculo de Porcentaje de Eficiencia realizarlos en función a la **TABLA 9** de Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).
- Este Proyecto de Investigación deja abierto el tema de investigación para futuros estudiantes, para lograr así, una mejoría del tema utilizando otros filtros realizando además del filtro una planta de tratamiento de aguas residuales.

MATERIAL DE REFERENCIA

- [1] F. A. F. G. r. N. L. C. M. Diana Paola Ortiz González, «Biomateriales sorbetes para la limpieza de derrames de hidrocarburos en suelos y cuerpos de agua,» Ingeniería e investigación, vol. 26, nº 2, p. 8, 2006.
- [2] J. V. Reyes, «Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales,» Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito – Ecuador, vol. 7, nº 3, p. 16, 2016.
- [3] C. G. Elizabeth Atehortua, «ESTUDIOS PRELIMINARES DE LA BIOMASA SECA DE EICHHORNIA CRASSIPES COMO ADSORBENTE DE PLOMO Y CROMO EN AGUAS,» Cielo, nº 4, p. 12, 2013.
- [4] M. E. M. García, «“Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas residuales generada por una Lavadora de autos.”,» Ambato, 2016.
- [5] V. G. V. Andrade, «Vermifiltros para el tratamiento de aguas residuales,» UDLA, 2015.
- [6] PNUMA, «Informe anual del medio ambiente,» Vols. %1 de %2ISBN: 978-92-807-3518-5, nº DCP/1938/NA, 2015.
- [7] N. G. R. A. H. M. P. V. Ronald Ferrero Cerrato, «Procesos de biorremediación de suelo y agua,» Revista latinoamericana Microbiológica, vol. 48, nº 2, p. 9, 2006.
- [8] S. A. G. Juan J. Bravo S., «Catalizadores para purificación de aguas industriales que contengan compuestos resistentes a la biodegradación,» Centro de Investigaciones en Catálisis. Universidad Industrial de Santander, p. 259'262, 2001.
- [9] Dirección de Gestión ambiental, «Prefectura del Guayas,» 22 junio 2016. [En línea]. Available: <http://www.guayas.gob.ec/ambiente/la->

- prefectura-ejerce-control-ambiental-y-clausura-lavadora-de-autos-por-derrame-de-aceite-en-rio-milagro. [Último acceso: 07 05 2017].
- [10] J. Prieto Méndez, C. A. González Ramírez, A. D. Román Gutiérrez y Prieto García, «Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua,» *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 10, nº 1, p. 17, 2009.
- [11] Á. C. Porras, «DESCRIPCIÓN DE LA NOCIDIDAD DEL CROMO PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE Y DE LAS POSIBLES FORMAS DE REMOVERLO,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 9, nº 17, p. 10, 2010.
- [12] L. D. B. y. M. J. L. d. Alda, «Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes.,» *PANEL CIENTÍFICO-TÉCNICO DE SEGUIMIENTO DE LA POLITO*, p. 27, 2008.
- [13] J. F. C. G. y. V. M. M. J. Ismael Acosta Rodríguez, «El uso de diferentes biomásas para la eliminación de metales pesados de sitios contaminados.,» *CONCYTEG*, vol. 7, nº 85, pp. 911-922, 2012.
- [14] R. J.V(2016), «Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales.,» *Enfoque UTE*, vol. 7, nº 3, pp. 41-56, 2016.
- [15] X. A. Y. Muñoz, «Ingeniería Hidráulica,» Ximena Alexandra Yerovi Muñoz, 02 01 2013. [En línea]. Available: <http://ingenieria-hidraulica.blogspot.com/2013/01/definicion-de-ingenieria-hidraulica.html>. [Último acceso: 11 07 2017].
- [16] R. S. Ramalho, *Tratamiento de aguas residuales*, Quebec, Canadá: Reverté, S. A., 2003.
- [17] A. C. L. P. & M. A. Oscar Delgadillo, *Depuración de aguas residuales por medio de humedades artificiales*, Cochabamba, Bolivia: Nelson Antequera Durán, 2010.

- [18] M. E. G. & J. A. P. LÓPEZ, «Aguas residuales composición,» s.f. [En línea]. Available: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf. [Último acceso: 05 08 2017].
- [19] A. C. L. F. & M. A. O. Delgadillo, http://www.centro-agua.org/wp-content/uploads/2011/12/2010_delgadilloytros_depuracin%20de%20aguas%20residuales%20por%20medio%20de%20humedales%20artificiales_finalc.pdf, Cochabamba – Bolivia: Serie Técnica, 2010.
- [20] Ministerio del Ambiente, Registro oficial Ministerio del Ambiente (Edición Especial), Quito-Ecuador: CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES, 2015.
- [21] ONU-DAES, «Calidad del agua,» Decenio Internacional para la acción "El agua fuente de vida 2005-2015, 2014.
- [22] National Academy of Sciences, «El agua potable segura es esencial,» Global Health and Education Foundation, 2007. [En línea]. Available: <https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Treatment-Processes.html>. [Último acceso: 11 07 2017].
- [23] Burés Profesional S.A., Sustratos, tierras vegetales y fertilizantes para jardinería. Biomasa y biocombustibles. Biofiltros., Descantia, 2017.
- [24] Municipios y Poblaciones, «Regmurcia.com,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.regmurcia.com/>. [Último acceso: 08 08 2017].
- [25] L. d. Vargas, «Procesos Unitarios y Plantas de Tratamiento,» de Procesos Unitarios y Plantas de Tratamiento, s.f., p. 47.
- [26] J. Ferrer, «Metodología de la Investigación,» Ferrer, J., 2010. [En línea]. Available: <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>. [Último acceso: 25 07 2017].

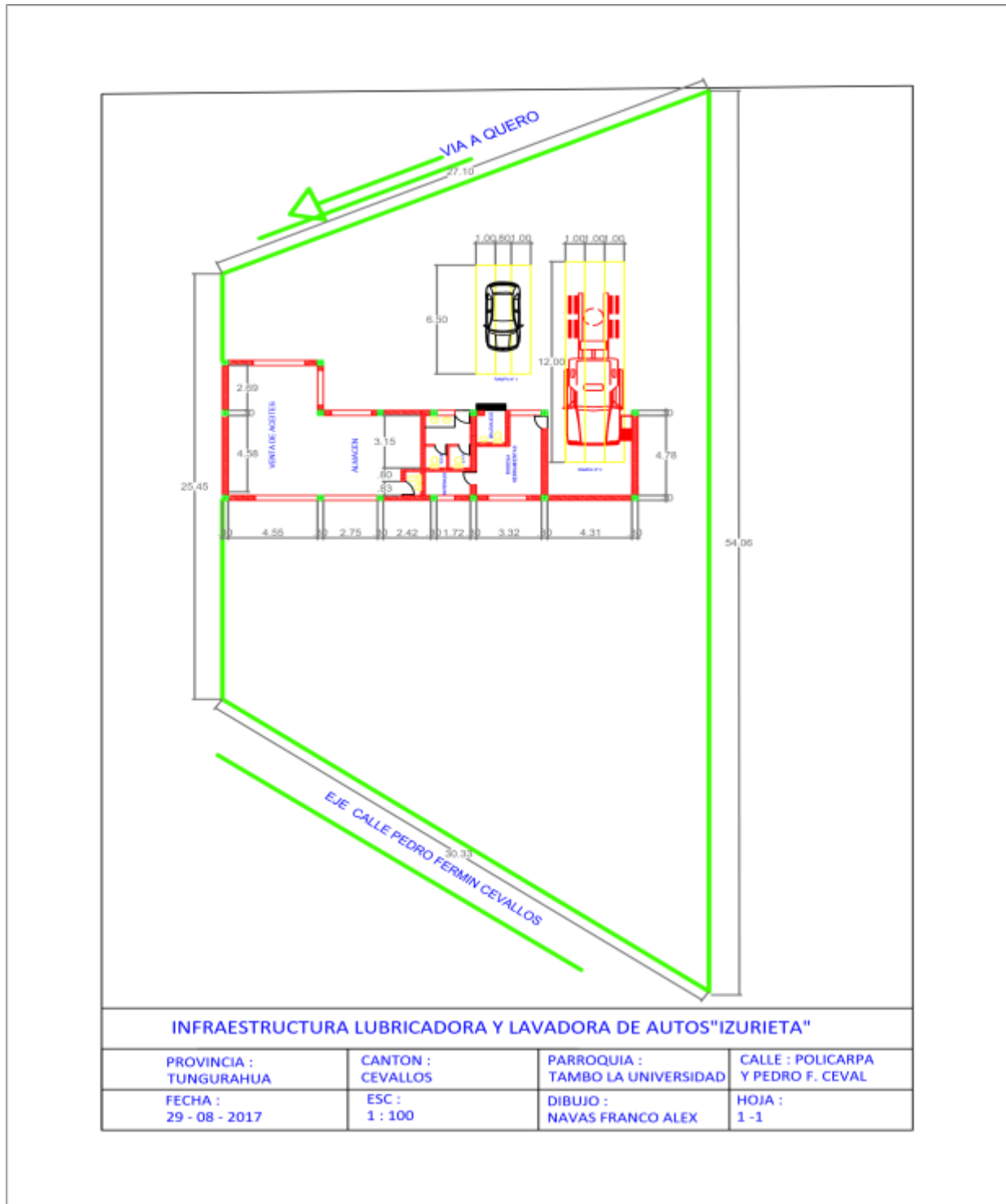
- [27] J. Huerta, «Agromatica,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.agromatica.es/sustrato-de-fibra-de-coco/>. [Último acceso: 08 08 2017].
- [28] S. B. Pastor, «Sustratos: propiedades físicas, químicas y biológicas,» Extra, 2002.
- [29] Alcaldía Metropolitana de Quito, Guía de Prácticas Ambientales Mecánicas; lubricadoras y Lavadoras, 2008

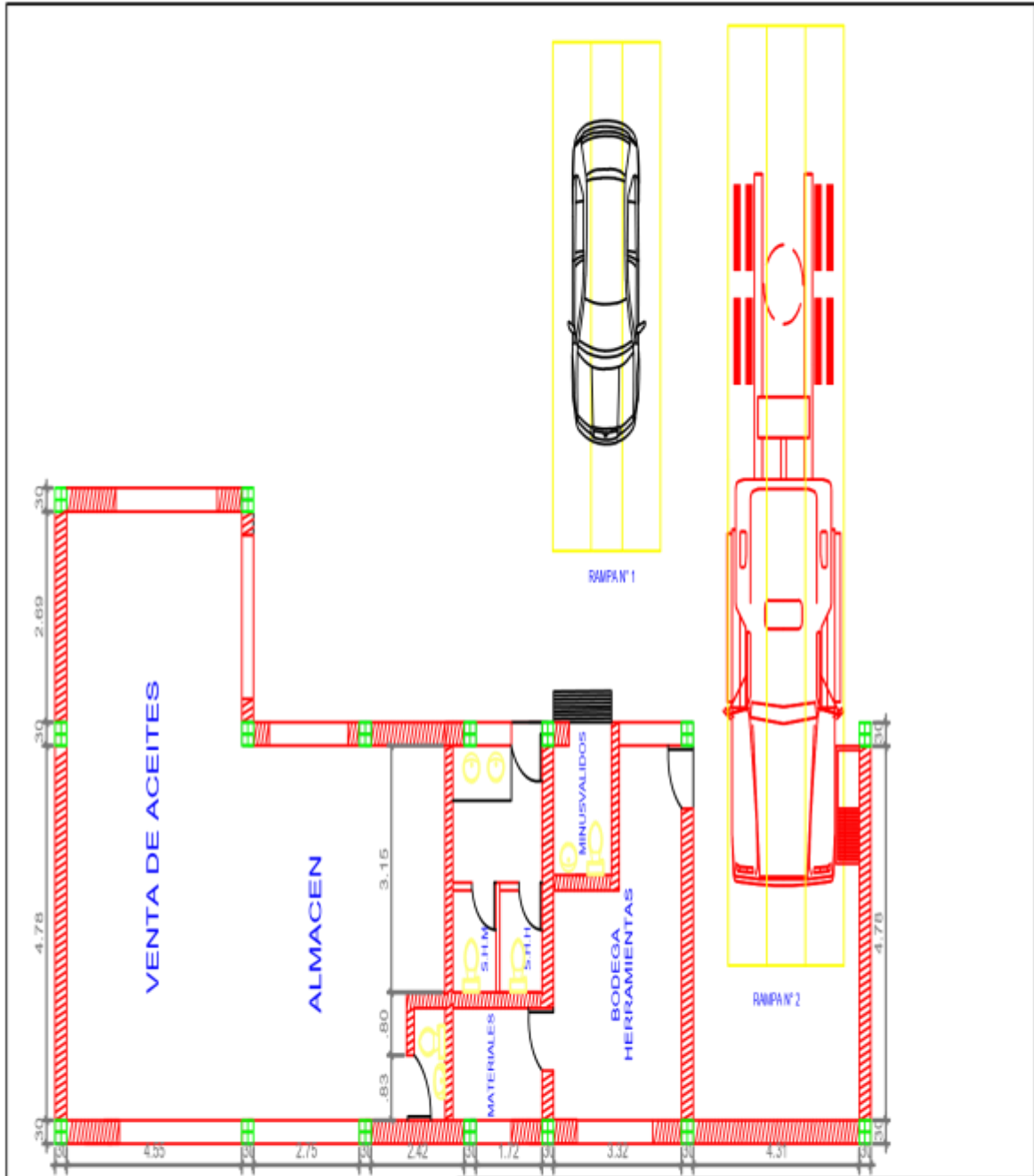
GLOSARIO DE SIGLAS

- DBO5 Demanda Bioquímica de oxígeno a los Cinco Días.
- DQO Demanda Química de Oxígeno
- T Turbiedad o Turbidez
- PH Potencial Hidrogeno
- M Muestra
- F Filtrada
- T.R.H Tiempo de Retención Hidráulica

ANEXOS

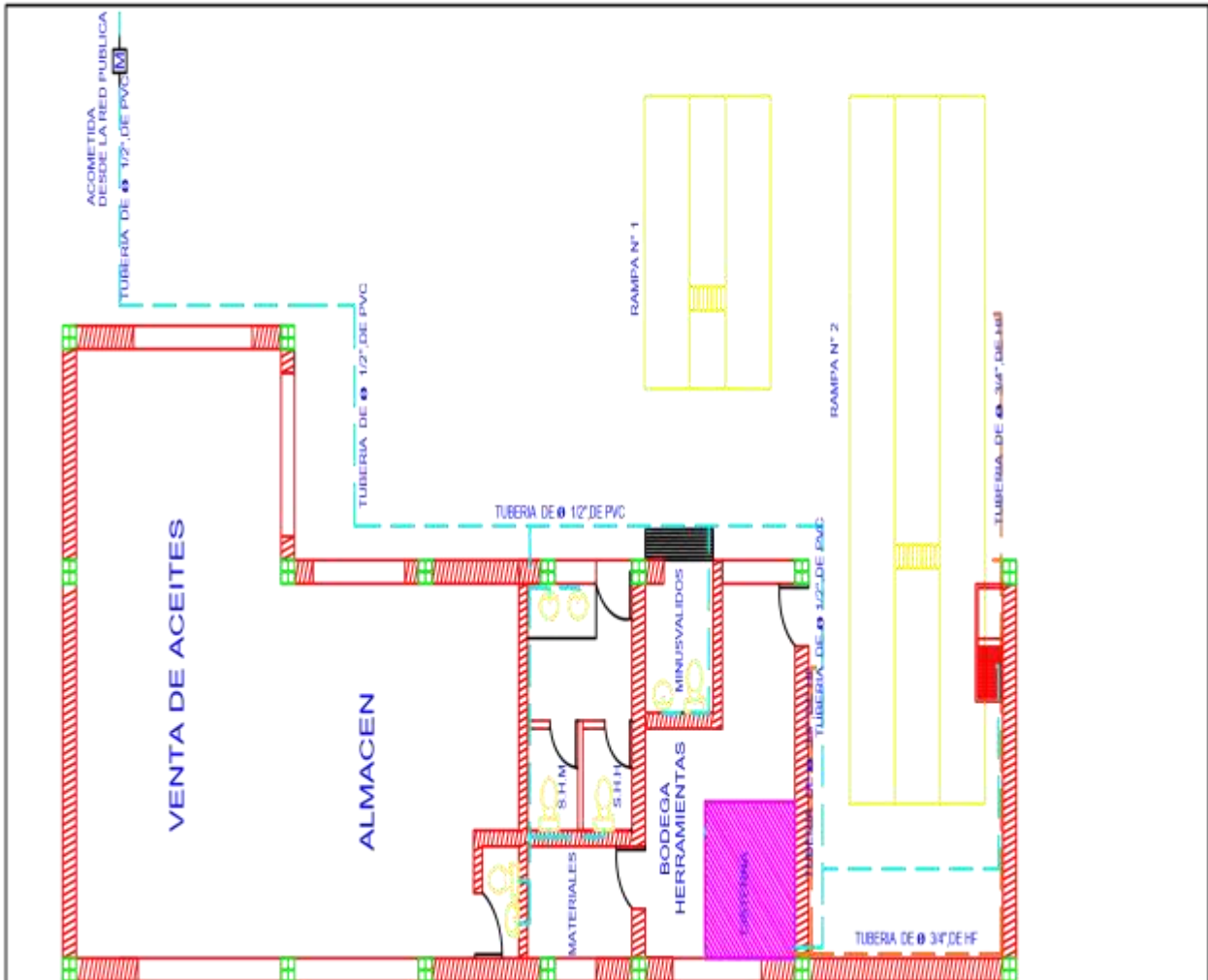
ANEXO 1. PLANIMETRÍA DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS "IZURIETA"





INFRAESTRUCTURA LUBRICADORA Y LAVADORA DE AUTOS "IZURIETA"			
PROVINCIA : TUNGURAHUA	CANTON : CEVALLOS	PARROQUIA : TAMBO LA UNIVERSIDAD	CALLE : POLICARPA Y PEDRO F. CEVAL
FECHA : 29 - 08 - 2017	ESC : 1 : 100	DIBUJO : NAVAS FRANCO ALEX	HOJA : 1 - 3

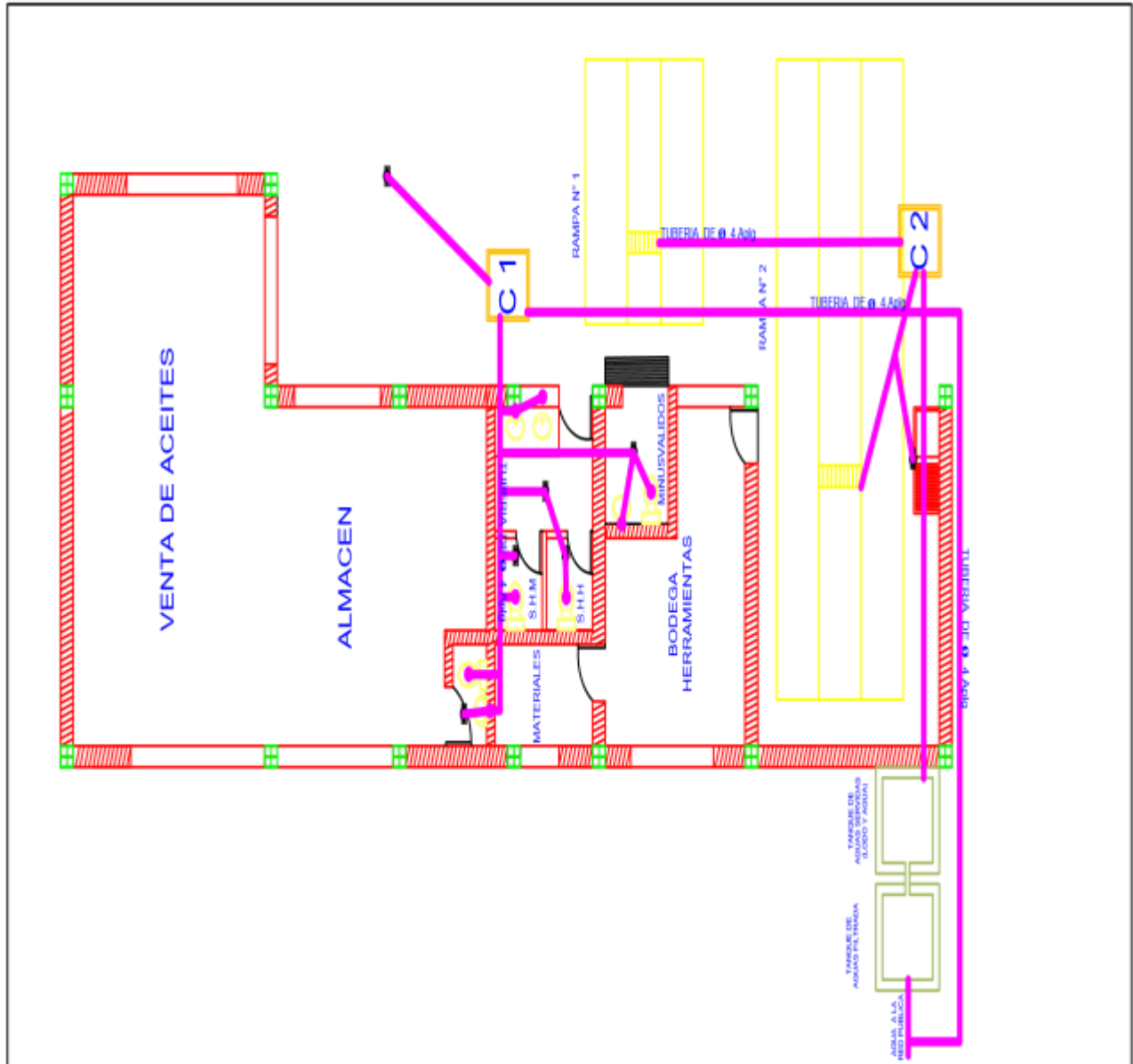
INSTALACIONES DE AGUA POTABLE



INFRAESTRUCTURA LUBRICADORA Y LAVADORA DE AUTOS "IZURIETA"

PROVINCIA : TUNGURAHUA	CANTON : CEVALLOS	PARROQUIA : TAMBO LA UNIVERSIDAD	CALLE : POLICARPA Y PEDRO F. CEVAL
FECHA : 29 - 08 - 2017	ESC : 1 : 100	DIBUJO : NAVAS FRANCO ALEX	HOJA : 2 - 3

INSTALACIONES DE AGUAS SERVIDAS

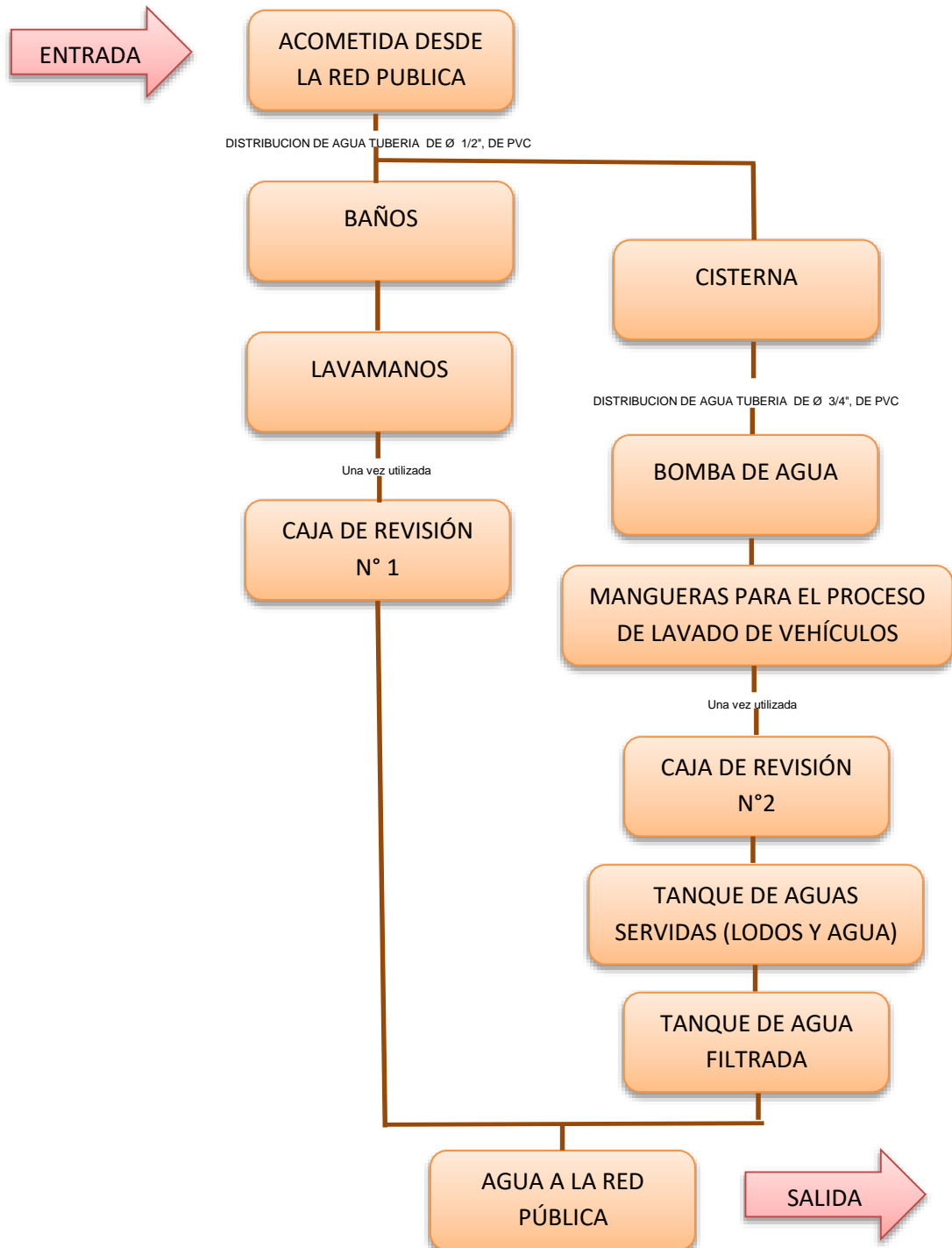


INFRAESTRUCTURA LUBRICADORA Y LAVADORA DE AUTOS"IZURIETA"			
PROVINCIA : TUNGURAHUA	CANTON : CEVALLOS	PARROQUIA : TAMBO LA UNIVERSIDAD	CALLE : POLICARPA Y PEDRO F. CEVAL
FECHA : 29 - 08 - 2017	ESC : 1 : 100	DIBUJO : NAVAS FRANCO ALEX	HOJA : 3 - 3

ANEXO 2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CIRCULACIÓN DEL AGUA

Diagrama de flujo del agua que ingresa a la Lubricadora y Lavadora de Autos “Izuriera”

Área: Lubricadora y Lavadora de Autos
Proceso: Lavado de Vehículos



ANEXO 3. MATERIALES UTILIZADOS



Recipiente de plástico de 35 litros

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017



Vaso de precipitación

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017



. Botella de vidrio ambar

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017



Ilustración 6. Estructura del filtro

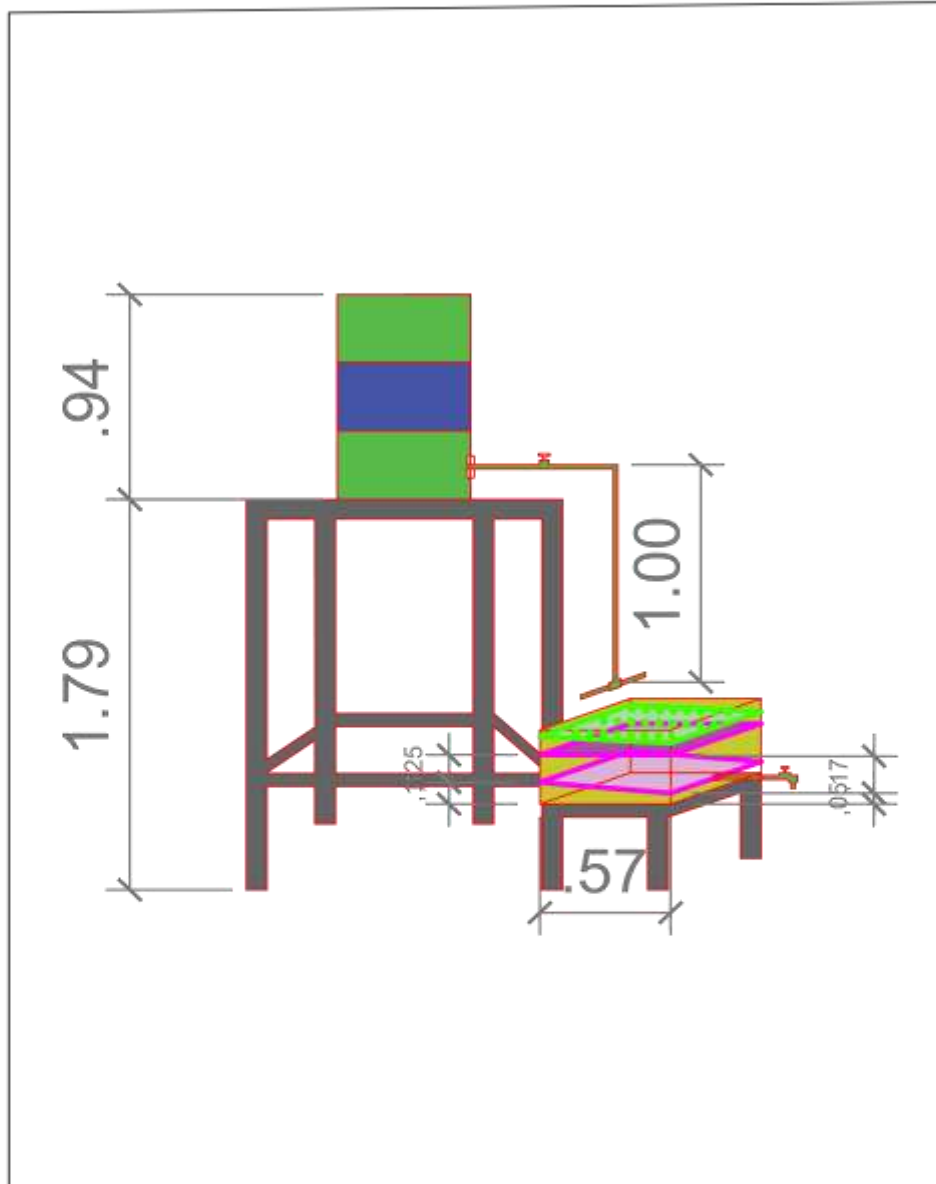
Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017



Ilustración 7. Coco en su estado original

Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

ANEXO 4. RUPTURA DEL FILTRO



ESTRUCTURA DEL FILTRO DE LA LUBRICADORA Y LAVADORA DE AUTOS "IZURIETA"

PROVINCIA : TUNGURAHUA	CANTON : CEVALLOS	PARROQUIA : TAMBO LA UNIVERSIDAD	CALLE : POLICARPA Y PEDRO F. CEVAL
FECHA : 29 - 08 - 2017	ESC : 1 : 100	DIBUJO : NAVAS FRANCO ALEX	HOJA : 1 - 1

Anexo 5. ELABORACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL FILTRO

Ilustración 8. Preparación del tanque



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 9. Preparación del recipiente de plástico de 35 litros



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 10. Preparación de la fibra de coco



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 11. Colocación de la Fibra de Coco en el recipiente de plástico



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 12. Calibración del caudal a 0.105 lt/ min



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 13. Colocación de la plancha de toll



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 14. Funcionamiento del filtro



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

ANEXO 6. TOMA DE MUESTRAS

Ilustración 15. Comparación del agua filtrada con el agua sin filtrar



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 16. Toma de muestra filtrada



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

Ilustración 17. Toma de muestra sin filtrar



Elaborado por: Alex Navas Franco, 2017

ANEXO 7. REFERENCIAS PARA EL MODELO DEL FILTRO

FICM -UPICIC -2017



1. REFERENCIAS PARA EL MODELO DE FILTRO

Para el diseño del modelo del medio filtrante se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) utilizado en el diseño de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaerobios convencionales. Este TRH permitirá representar los fenómenos de remoción de contaminantes en el modelo de manera similar a la que se estaría presentando en la vida real y/o prototipo.

TULSMA

Los valores de TRH recomendado por el TULSMA para el diseño de filtros consideran dos casos especiales, el primero cuando se cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante, y el segundo cuando se considera que el material se encuentra empacado.

- $TRH = 0.5 \text{ días} = 12 \text{ h}$ +, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como:
 - Porosidad
 - Volumen de vacíos
 - Granulometría, etc.
- $TRH = 5.25 \text{ h}$ +, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio. (granulometría realizada). [1]

Ecuación No. 1

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}} = 333,33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0.23 \text{ día},$$

MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

- FAFA

Tabla 1. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de

efluentes de reactores anaerobios

Parámetro de diseño	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 (m ³ /m ² d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (kg BDO/m ³ d)	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
Carga orgánica en el medio filtrante (kg BDO/m ³ d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007

Se ha elegido el uso de un TRH = FAFA = 5 – 10 horas correspondiente a un gasto promedio.

Por facilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 lt. Reduciendo mayor cantidad de vacíos para poder tomar como referencia el valor de TRH de un medio filtrante empacado citada anteriormente.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35}{Q}$$

$$Q = \frac{35}{TRH}$$

TRH = Se ha tomado un valor de la Ecuación 1 de 5,55 horas

Ecuación 2

$$Q = \frac{35\text{lt}}{5,55\text{horas}} = 6,30 \frac{\text{lt}}{\text{h}} = 0,105 \text{ lt}/\text{min}$$

Se ha considerado valores de TRH de alrededor de 5 horas, que se encuentran en el rango inferior de los recomendados para simular las condiciones más críticas durante el funcionamiento del filtro y ver cuál es su eficiencia bajo estas condiciones.

TANQUE DE ABASTECIMIENTO – HOMOGENEIZACIÓN

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal manera que éste pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior durante 24 horas. Adicionalmente, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para que el filtro se encuentre siempre en funcionamiento.

TANQUE DE 55 GALONES



Gráfico 1. Tanque de 55 galones

55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día

$$Q = 0,105 \frac{\text{lt}}{\text{min}} = \frac{60\text{min}}{1 \text{ h}} = \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}}$$

Caudal en 24 horas:

$$Q = 151,2 \frac{\text{lt}}{\text{día}} = \frac{1 \text{ gal}}{3,78 \text{ lt}} = 40 \frac{\text{gal}}{\text{día}}$$

+ 15 gal para garantizar que alrededor de que 1/ 3 del tanque este lleno, esto para que no se quede sin agua el filtro y no deje de funcionar.

Ecuación 3

$$V_{Tanque} = 40 + 15 = 55 \text{ galones}$$

DIMENSIONES DEL FILTRO MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE

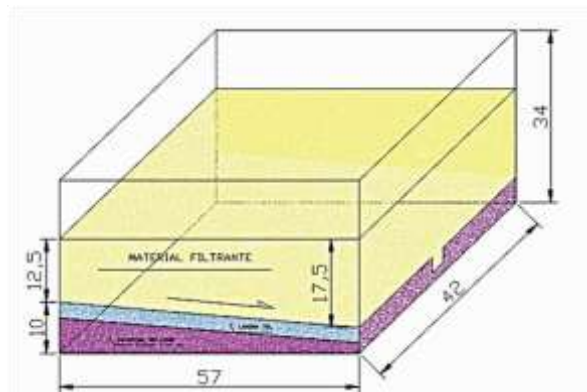


Gráfico 2. Medidas

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Área Trapecio

VT = Volumen

trapecio Base

$$= 57$$

cm

Lado menor= 12,5cm

Lado mayor= 17,5 cm

$$AT = 57x \frac{(12,5 + 17,5)}{2}$$

Ecuación 4

$$AT = 855 \text{ cm}^2$$

$$VT = 855 \times 42$$

Ecuación 5

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

En el filtro debemos mantener un volumen de **35 lt** como un valor mínimo.

Por facilidades constructivas y a la vez porque esta **etapa de proyecto consiste en el análisis del material filtrante** mas no del diseño del filtro se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico "GUARDAMOVIL GRANDE" con dimensiones (57x 42 x34) cm.



Gráfico 3. Guardamovil grande

En cuyo interior está dividido en dos partes:

1. Material filtrante a analizar.

Anexo 8. Material de soporte utilizado como relleno



2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto con el material.

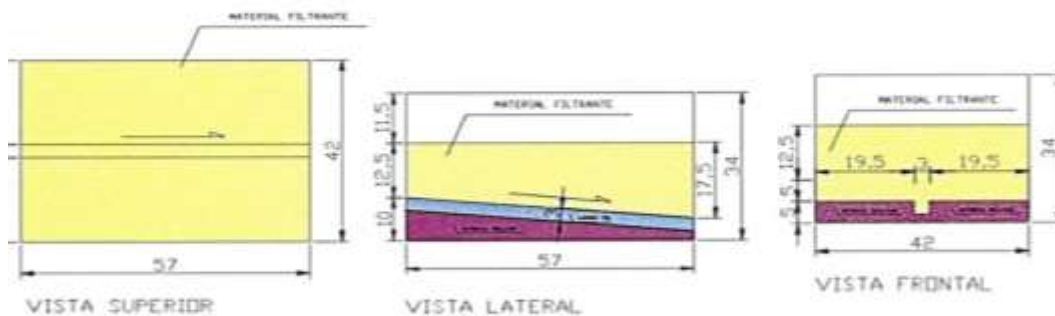


Gráfico 4. Especificaciones

Estas dos capas están divididas por una bandeja de recolección de tol según diseño en el Gráfico 3. Especificaciones que sirve como soporte y sistema de recolección de las aguas tratadas.

Ing. MEng. Lenin Maldonado
DOCENTE - FICM-UTA - Proyecto "Aguas Residuales" UPICIC



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Nacional del Agua , Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Mexico: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2015.
- [2] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre miércoles, 2015.

Anexo 9. Resultados de los análisis realizados durante los 90 días PRIMER ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 084-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME Nº 084- 17
Nº SE: 084-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lubricadora, Cavallos
IDENTIFICACIÓN:

FECHA DE RECEPCIÓN: 26 - 06 -17
FECHA DE INFORME: 03 - 07- 17
TIPO DE MUESTRA:

MA - 214-17

1ra Filtración

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 214-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	260	N/A	26 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	760	N/A	26 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	358	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.
 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.

FMC2101-01

Página 1 de 1

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 1/2 vía a Cuero Bloque Administrativo.

SEGUNDO ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 103-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 103-17
N° SE: 103-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lubricadora, Cevallos
IDENTIFICACIÓN:

FECHA DE RECEPCIÓN: 03 - 07 - 17
FECHA DE INFORME: 10 - 07 - 17
TIPO DE MUESTRA:

MA - 245-17

2da Filtración

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 245-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	192	N/A	03 - 07 - 17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2670	N/A	03 - 07 - 17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1255	N/A	03 - 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 1/2 vía a Guano Bloque Administrativo.

TERCER ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 112-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 112- 17
N° SE: 112-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 1. Agua residual lubricadora, Cevallos
IDENTIFICACIÓN:

FECHA DE RECEPCIÓN: 10 - 07 -17
FECHA DE INFORME: 17 - 07- 17
TIPO DE MUESTRA:

MA - 254-17

Filtrada 3

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 254-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	174	N/A	10 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2625	N/A	10 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1286	N/A	10 - 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 1/2 vía a Guano Bloque Administrativo.

CUARTO ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 124-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 124- 17
N° SE: 124-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lubricadora, Cevallos
IDENTIFICACIÓN: MA - 269-17 Filtrada 4

FECHA DE RECEPCIÓN: 17 - 07 -17
FECHA DE INFORME: 24 - 07- 17
TIPO DE MUESTRA: Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 269-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K-2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	152	N/A	17-07-17
DOO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1850	N/A	17-07-17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1026	N/A	17-07-17

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. Carrizpa Master Edison Rivera Rúa 1 1/2 vía a Casero Bloque Administrativo.

ANÁLISIS DE AGUA CRUDA SIN FILTRAR

QUINTO ANÁLISIS DE AGUA FILTRAD



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 140-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 140- 17
N° SE: 140-17

TELÉFONO: 0979037886
NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual lubricadora, Cevallos
IDENTIFICACIÓN:

FECHA DE RECEPCIÓN: 24- 07 -17
FECHA DE INFORME: 31 - 07- 17
TIPO DE MUESTRA:

MA - 285-17 Agua cruda Agua
 MA - 286-17 Agua Tratada 5 Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 285-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	268	N/A	24 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	980	N/A	24 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	407	N/A	24 - 07 -17

MA - 286-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	122	N/A	24 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1430	N/A	24 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	751	N/A	24 - 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.

FMC2101-01

Página 1 del

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

SEXTO ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 153-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas

153- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

DIRECCIÓN: Ambato

INFORME Nº

Nº SE: 153-17

FECHA DE

RECEPCIÓN: 31- 07 -17 **TELÉFONO:** 0979037886

FECHA DE INFORME: 07 - 08- 17 **NÚMERO DE MUESTRAS:** 2, Agua residual lubricadora,
Cevallos

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 300-17

Muestra Filtrada N°6

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 300-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	108	N/A	31- 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1082	N/A	31 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	694	N/A	31 - 07 -17

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

SÉPTIMO ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 165-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 165- 17
N° SE: 165-17

FECHA DE RECEPCIÓN: 07 - 08 -17

TELÉFONO:
NÚMERO DE MUESTRAS: 1

FECHA DE INFORME: 14 - 08 -17

TIPO DE MUESTRA: Agua residual lubricadora Cevallos

IDENTIFICACIÓN:

MA - 302 -17

Muestra Filtrada N°7

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 302 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0.000069	N/A	07 - 08 -17
DDO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	972	N/A	07 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	341.6	N/A	07 - 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.


Benito Mendoza T., Ph.D.
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 Master Edison Rectoría Km 1 1/2 vía a Guano Bloque Administrativo.

OCTAVO ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 184-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 184- 17
N° SE: 184-17

TELÉFONO:
NÚMERO DE MUESTRAS: 1

FECHA DE RECEPCIÓN: 16 - 08 - 17
FECHA DE INFORME: 23 - 08 - 17

TIPO DE MUESTRA: Agua residual lubricadora Cevallos
IDENTIFICACIÓN:

MA - 321 -17

Muestra Filtrada N°8

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 321 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 415.1	0.053	N/A	16 - 08 -17
DOO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	609	N/A	16 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	228	N/A	16 - 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 Rivera Km 1 1/2 vía a Guarano Bisqueño Administrativo.

NOVENO ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Nº SE: 203-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alex Navas
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME Nº 203- 17
Nº SE: 203-17

- 08 -17
TELÉFONO:
- 09- 17

FECHA DE RECEPCIÓN: 28

FECHA DE INFORME: 04

NÚMERO DE MUESTRAS: 1

TIPO DE MUESTRA: Agua residual lubricadora Cevallos

IDENTIFICACIÓN:

MA - 344 -17

Muestra Filtrada Nº9

Agua

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 344 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	0.058	N/A	28 - 08 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	401	N/A	28 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	194	N/A	28 - 08 -17

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