



**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:**

---

---

EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA  
LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ,  
ASERRÍN, CENIZA DE CARBON VEGETAL Y GRAVA.

---

---

**Autora:** Maricela Nataly Jiménez Navas.

**Tutor:** Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

**AMBATO-ECUADOR**

**2016**

## CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema **“EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ, ASERRÍN, CENIZA DE CARBON VEGETAL Y GRAVA”**, realizado por la señorita Maricela Nataly Jiménez Navas 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. Fabián Morales Fiallos

TUTOR

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo Maricela Nataly Jiménez Navas, con C.I. 0503257214 Egresada 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: **“EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ, ASERRÍN, CENIZA DE CARBON VEGETAL Y GRAVA”**, son de mi completa autoría a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, Agosto del 2016

**MARICELA NATALY JIMENEZ NAVAS**

**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 derecho 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 2016

**MARICELA NATALY JIMENEZ NAVAS**

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título **“EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ, ASERRÍN, CENIZA DE CARBON VEGETAL Y GRAVA”**, realizado por Maricela Nataly Jiménez Navas, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Octubre de 2016.

Para su constancia firman:

---

Ing. Mg Dilon Moya  
Profesor Calificador

---

Ing. Mg Eduardo Paredes  
Profesor Calificador

## **DEDICATORIA**

Al creador de todas las cosas, ÉL que me ha dado la fortaleza para continuar cuando he querido desmayar, por ello con toda la humildad de mi corazón, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mis padres Luis y Marcia, que siempre me apoyaron incondicionalmente, forjando en mí valores de respeto, responsabilidad, humildad y el deseo de superación.

A mis hermanas Anita y Vanessa por su cariño y paciencia durante el transcurso de mi carrera.

A esa persona especial, Alexander por su amor incondicional y su apoyo constante, fuente de calma y consejo en todo momento.

A mis padrinos Heriberto y Gloria, ya que han sido como mis segundos padres, por brindarme su cariño y apoyo incondicional

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

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por la sabiduría y las fuerzas que me ha brindado para poder culminar la carrera.

A mis padres por enseñarme que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue, gracias a ustedes por estar presente no solo en esta etapa tan importante sino en todo momento ofreciéndome lo mejor.

A mis hermanas, gracias por cada consejo, por cada una de sus palabras y gracias por confiar en mí.

A mi novio, gracias por ser mi amigo y brindarme su apoyo incondicional ayudándome hasta donde sus alcances lo permitían

A mis padrinos y a toda mi familia que han sido fuente de apoyo, cariño y fuerza en toda mi vida y más aún en mis duros años de carrera profesional.

A mi Tutor Ing. Fabián Morales por su apoyo en el desarrollo de esta investigación, por su conocimiento y disponibilidad.

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

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### PÁGINAS PRELIMINARES

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 .....	XIV

### CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. TEMA: .....	1
1.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS: .....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN: .....	4
1.4. OBJETIVOS: .....	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL: .....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	6

### CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1.1. Agua (Criterios de calidad) .....	7
2.1.2. Contaminación del Agua.....	11
2.1.3. Aguas Residuales .....	11
2.1.4. Desinfección del Agua .....	11
2.1.5. Efluente .....	11

2.1.6. Filtración .....	12
2.1.7. Medio Filtrante Granular.....	12
2.1.8. Filtros de grava.....	12
2.1.9. Bagazo de caña de maíz .....	12
2.1.10. Aserrín.....	12
2.1.11. Ceniza de Carbón Vegetal.....	13
2.1.12. Análisis Físico-Químico del Agua .....	13
2.1.13. Sólidos Totales .....	13
2.1.14. DBO <sub>5</sub> .....	14
2.1.15. DQO .....	14
2.1.16. pH.....	14
2.1.17. Aceites y Grasas .....	14
2.1.18. TPH .....	15

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	17
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	17
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	18
3.3.1. VARIABLE IDEPENDIENTE.....	18
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	19
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	20
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	21

### **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS .....	16
4.1.1. COSTO DEL FILTRO ARTESANAL .....	16

4.1.2. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA POR MATERIAL.....	16
4.1.3. NÚMERO DE MUESTRAS POR SEMANA .....	18
4.1.4. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS .....	19
4.1.4.1. PRIMERA SEMANA .....	19
4.1.4.2. SEGUNDA SEMANA.....	20
4.1.4.3. TERCERA SEMANA.....	21
4.1.4.1. CUARTA SEMANA .....	22
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	24
4.2.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS .....	24
4.2.2. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO .....	32
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	37

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. CONCLUSIONES .....	38
5.2. RECOMENDACIONES .....	40

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

1. BIBLIOGRAFÍA .....	41
2. ANEXOS .....	43
2.1. ANEXO FOTOGRÁFICO.....	43
2.2. INFORMES DE LOS ANÁLISIS .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente .....	18
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente .....	19
Tabla 3. Recolección de Información .....	20
Tabla 4. Costo del Filtro Artesanal .....	16
Tabla 5. TRH del Aserrín.....	17
Tabla 6. TRH del Bagazo de Maíz.....	17
Tabla 7. TRH Ceniza de Carbón Vegetal.....	17
Tabla 8. TRH de la grava .....	18
Tabla 9. Parámetros analizados por semana .....	18
Tabla 10. Límites Permisibles TULAS .....	19
Tabla 11. Análisis Completo sin filtrar .....	19
Tabla 12. Análisis completo filtrado.....	20
Tabla 13. Resultados Semana 2 .....	20
Tabla 14. Resultados Semana 2 .....	21
Tabla 15. Resultados Semana 3 .....	21
Tabla 16. Resultados Semana 3 .....	22
Tabla 17. Resultados Semana 4 .....	22
Tabla 18. Resultado Antes de Filtrar.....	23
Tabla 19. Análisis Completo última filtración.....	23

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valores de Turbiedad.....	24
Gráfico 2. Valores de DBO .....	25
Gráfico 3. Valores de DQO.....	26
Gráfico 4. Valores de Sólidos Suspendedos .....	27
Gráfico 5. Valores de Sólidos Totales.....	28
Gráfico 6. Valores de pH .....	29
Gráfico 7. Valores de Aceites y Grasas .....	30
Gráfico 8. TPH.....	31
Gráfico 9. Eficiencia del Filtro Turbiedad .....	32
Gráfico 10. Eficiencia del Filtro Turbiedad .....	32
Gráfico 11. Eficiencia del Filtro DQO .....	33
Gráfico 12. Eficiencia del Filtro S.T.S.....	33
Gráfico 13. Eficiencia del Filtro S.T.....	34
Gráfico 14. Eficiencia del Filtro pH.....	34
Gráfico 15. Eficiencia del Filtro Aceites y Grasas.....	35
Gráfico 16. Eficiencia del Filtro TPH .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema Tratamiento de aguas residuales .....	7
Figura 2. Esquema Tratamiento Primario .....	8
Figura 3. Esquema Tratamiento Secundario .....	8
Figura 4. Esquema Tratamiento Terciario Radiación Ultravioleta .....	9
Figura 5. Esquema Tratamiento Terciario Cloración.....	9
Figura 6. Esquema Filtro.....	10
Figura 7. Calidad del Agua .....	10
Figura 8. Contaminación del Agua .....	11
Figura 9. Aguas Residuales.....	11
Figura 10. Medio Granular Filtrante .....	12
Figura 11. Sólidos Disueltos .....	13
Figura 12. Sólidos Suspendidos .....	13
Figura 12. Escala de pH .....	14
Figura 14. Representación del TRH de un filtro .....	15

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

**TEMA:** EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ, ASERRÍN, CENIZA DE CARBON VEGETAL Y GRAVA.

**Autor:** Maricela Nataly Jiménez Navas

**Tutor:** Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

**RESUMEN EJECUTIVO**

En el proyecto experimental se realizó varios análisis físicos químicos del agua residual antes y después del proceso de filtración. Los parámetros considerados para el análisis son: turbiedad, sólidos suspendidos, sólidos totales, DBO<sub>5</sub>, DQO, pH, Aceites y grasas, Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)

Para el desarrollo del experimento, el filtro estuvo en funcionamiento durante treinta días, la toma de muestras se realizó dos veces por semana, las cuales fueron analizadas en un laboratorio especializado. En la primera semana se realizó un análisis completo antes y después del proceso de filtración, en la segunda y tercera semana se realizó el análisis de turbiedad, sólidos suspendidos y DBO<sub>5</sub>, y finalmente en la cuarta semana se evaluó el análisis de todos los parámetros después de filtrar.

Los resultados obtenidos se compararon con los valores de la tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

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 treinta días de funcionamiento del filtro

Una vez analizados los resultados se determinó que los materiales utilizados en el filtro han contribuido a la disminución de determinados parámetros como la turbiedad, DBO<sub>5</sub>, DQO, Sólidos suspendidos, Aceites y grasas, TPH. Lo cual deja abierto temas de investigación para conocer que material independientemente consiguió disminuir los valores de los parámetros mencionados.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1. TEMA:

EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ, ASERRÍN, CENIZA DE CARBÓN VEGETAL Y GRAVA.

### 1.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS:

Durante varios años la ingeniería ha buscado y ha desarrollado proyectos para el tratamiento de aguas residuales que sean eficientes, autónomos y económicamente viables, ya que el agua es un requerimiento importante dentro del medio ambiente, por lo cual se pretende investigar la eficiencia del filtro artesanal propuesto en este proyecto.

En varios lugares del mundo se han realizado investigaciones sobre como tratar el agua residual, así:

La Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, presenta el artículo: **Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales**, donde su objetivo primordial es dar a conocer la eficiencia y los tipos de humedales que se pueden utilizar de acuerdo a la adaptación climática de las plantas; además de la depuración de aguas residuales, los humedales crean y restauran nichos ecológicos, aportan nutrientes para el sostenimiento de flora y fauna, una gran ventaja es que presentan bajos costos de inversión, operación y mantenimiento.

Los humedales con flujo horizontal son eficientes en la eliminación de sólidos en suspensión y bacterias, reducción del DBO<sub>5</sub> y aceptables para desnitrificar; mientras que los humedales con flujo vertical tienen buena capacidad para nitrificar, eliminar DBO<sub>5</sub> y DQO y su capacidad para retener sólidos es baja.

En conclusión se afirma que: “Los humedales artificiales son una alternativa para la reducción de la contaminación generada por aguas residuales. Es posible obtener

buenos rendimientos en la depuración de aguas residuales domésticas, siempre y cuando el diseño y la operación del humedal se ajusten a las características del agua residual y a las condiciones climáticas del sitio de emplazamiento. Además, existen experiencias documentadas que demuestran la capacidad de depuración en una amplia variedad de tipos de contaminación, que incluyen: mineralización de fangos provenientes de depuradoras de aguas residuales convencionales, efluentes con alta carga orgánica, depuración de contaminantes orgánicos y otros. Añadiendo a las anteriores ventajas se puede agregar la sencillez en el diseño, operación y mantenimiento a bajo costos” [1]

El artículo científico: **Tecnologías sostenibles para la potabilización y tratamiento de aguas residuales**, tiene como finalidad motivar a la implementación de tecnologías sostenibles o apropiadas para la potabilización y tratamiento de aguas residuales, es decir que sean de bajo costo y alta eficiencia, estas deben ser estudiadas según la población a la cual se va a brindar el servicio.

Las tecnologías sostenibles para el tratamiento del agua no emplean aditivos químicos, para eliminar las sustancias contaminantes, se utiliza vegetación acuática, el suelo y microorganismos. Para la implementación de dichas tecnologías se requiere de una superficie mayor a la superficie requerida por las tecnologías convencionales, por lo cual se tiende a efectuarlas en zonas rurales. El artículo presenta un ejemplo de tecnología sostenible para el tratamiento de aguas residuales que son los humedales, los cuales poseen una eficiencia no menor a un 80%, las aguas que van hacer tratadas pueden ser de origen urbano, agrícola o industrial.

Así se concluye que: “Hoy en día, existen los recursos financieros, tecnológicos y humanos necesarios para dar un salto decisivo en el desarrollo humano. Sin embargo, de mantenerse las actuales tendencias, la humanidad estará muy lejos de cumplir los ODM (Objetivos de Desarrollo del Milenio). Ante esta crisis del agua a nivel global, hace tiempo que se plantea una gestión eco sistémica, siguiendo los principios del desarrollo sostenible. Ello quiere decir que los recursos hídricos son limitados y que no se pueden mantener sin la conservación de los ecosistemas acuáticos en buen estado. La gestión eficaz se tiene que basar en el ahorro, el re uso y la no

contaminación del agua, todo ello en una planificación sostenible del territorio y una gestión integrada de las cuencas hidrográficas” [2]

En Colombia, un filtro fue diseñado por investigadores del Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares de la Universidad de Antioquía, la investigación ha estado alineada a utilizar residuos, en este caso el aserrín, como adsorbentes y añadieron nano partículas de plata, de esta forma lograron un sistema combinado para retener contaminantes. [3]

El artículo: **Evaluación de materiales en la zona de la sabana de Bogotá como medios filtrantes para aguas residuales**, tiene como objetivo evaluar la eficiencia de los materiales del lugar descrito anteriormente a manera de filtro percolador con el fin de analizar su capacidad en la remoción de materia orgánica.

El trabajo se desarrolló en distintas etapas donde primero se seleccionó los materiales que se utilizarán, los cuales fueron: polietileno de baja densidad, espuma de poliuretano, Icopor (poliestireno expandido PS) en perlas y gravilla. Se realizaron la determinación de algunas propiedades físicas como: la porosidad, porcentaje de vacíos, área superficial específica y densidad. Posteriormente se adoptó un modelo y se lo ejecutó, para la adquisición de muestras se tomaron dos litros de agua, esto dos veces por semana hasta completar un total de diez muestras.

El análisis físico químico se realizó de los siguientes parámetros: acidez, alcalinidad, color, conductividad, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, dureza cálcica. Dureza magnésica, nitratos, pH, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos totales fijos, sólidos totales, sólidos volátiles, temperatura y turbidez.

En conclusión: “El diseño propuesto para la evaluación presenta ventajas económicas, operacionales y de mantenimiento del mismo; sin embargo, tal como lo Menciona Winkler (1993), supone algunas dificultades para pronosticar el funcionamiento al interior del filtro (cuyos resultados en laboratorio demuestran esta situación precisa). Así mismo, los tiempo de monitoreo son otra característica importante en la funcionalidad del filtro; identificar los tiempos exactos donde se alcanza la maduración del biofilm requiere de la continuidad de muestreo, puede convertirse en una limitante frente a los costos por las rutinas de laboratorio.” [4]

En la ciudad de Cuenca la Ing. María de Lourdes Cordero y el Ing. Pablo Ullauri en su proyecto de tesis elaboraron un filtro utilizando ferro-cemento, su objetivo es desarrollar un pequeño sistema de potabilización de agua no convencional para mejorar la calidad física y bacteriológica del agua, de modo que cumpla con la normativa establecida para agua de consumo humano. Para cumplir con el objetivo planteado diseñaron un filtro grueso con granulometría de 19-25 mm y un espesor de 0.2-0.3m, un filtro lento de arena con una granulometría de 0.15-0.30mm y una capa de espesor mínimo de 0,5m, y un tanque de almacenamiento para la desinfección con cloro.

Finalmente consideran que: “Se debe controlar la calidad física del agua del afluente, especialmente en lo referente a la turbiedad, ya que como se indicó, esta es la característica física del agua que puede resultar más perjudicial para el funcionamiento adecuado de los filtros, especialmente de los filtros lentos de arena, ya que si la turbiedad resulta muy alta, se puede ocasionar un taponamiento u obstrucción del lecho filtrante.” [5]

### **1.3. JUSTIFICACIÓN:**

El 100 % del agua que existe en el mundo se divide en 97,5% salada y un 2,5% es agua dulce de la cual el 68,7% pertenece a los glaciares, un 30,1% es agua subterránea, un 0,8% permanece congelada y tan solo el 0,4% se reparte entre lagos, ríos, atmosfera, humedad del suelo y seres vivos, es decir este mínimo porcentaje está disponible para el consumo humano del planeta, lo cual nos lleva a tratar de cuidarla y darle un tratamiento adecuado de desinfección ya que la salud humana puede verse comprometida [6]

Ecuador, se ha preocupado en la cantidad de agua que necesita una determinada población y no se ha interesado en mejorar la calidad del agua, principalmente del agua producto de actividades industriales, domésticas y agropecuarias. Los pocos datos existentes efectuados por Universidades y empresas de agua, demuestran altos grados de contaminación en el país. [7]

El río Cutuchi, que viene de la provincia de Cotopaxi, llega a Tungurahua con agua contaminada de desechos industriales, otro problema se da con el río Ambato, donde

corren grandes cantidades de desechos industriales y domésticos, debido al avance de la población en zonas de expansión urbana. Según el estudio "Control de la calidad ambiental y la planificación urbana de Ambato", solo las curtiembres la Cámara de Industrias de Tungurahua registra el 65% del total de aguas contaminadas que emiten las principales industrias de la ciudad [8]

Es por esto que el agua necesita un proceso de filtración que permita cumplir las normas establecidas para la evacuación del efluente hacia el alcantarillado, el presente proyecto se va a encargar de evaluar la eficiencia de un filtro artesanal elaborado con materiales accesibles y económicos (bagazo de la caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal, grava)

La implementación de un filtro artesanal ayudará a las pequeñas industrias, en este caso la lavadora de autos livianos Car Wash, ubicada en Huachi Chico avenida los Atis y Colta en la ciudad de Ambato; para que los parámetros del agua se encuentren dentro de los rangos establecidos por la ley , previo a la evacuación del agua residual hacia el sistema de alcantarillado, el cual transita por una tubería de hormigón armado de 450 mm hasta llegar al colector principal Víctor Hugo y finalmente pasa por la planta de tratamiento, una vez tratada el agua desemboca en el río Ambato.

#### **1.4. OBJETIVOS:**

##### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar la eficiencia del filtro elaborado a base de bagazo de caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal y grava, del efluente de una lavadora de autos livianos ubicada en la ciudad de Ambato.

##### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Establecer el tiempo de retención hidráulica TRH de cada material
- Analizar los resultados del análisis físico-químicos del agua residual antes y después de someterla al proceso de filtración.
- Determinar el costo de elaboración del filtro.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procedimientos físicos, químicos y biológicos para disminuir contaminantes presentes en el agua.

Las aguas residuales son aquellas que han sufrido degradación en su calidad original, provenientes del uso doméstico, agropecuario e industrial. [9]

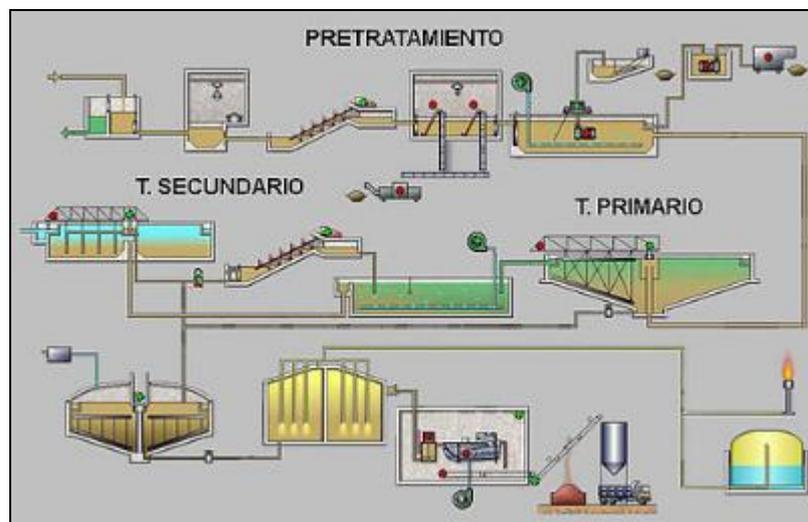


Figura 1. Esquema Tratamiento de aguas residuales

Fuente: <http://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/>

Existen tratamientos primario, secundario y terciario.

Tratamiento Primario: la finalidad es eliminar sólidos suspendidos removibles por medio de la sedimentación, filtración, flotación y precipitación. Es decir el agua pasa por una pantalla que filtra los sólidos y desperdicios de gran tamaño, posteriormente circulan a un tanque de sedimentación donde los sólidos suspendidos son eliminados. El tratamiento primario separa aproximadamente el 60% de sólidos suspendidos [9]

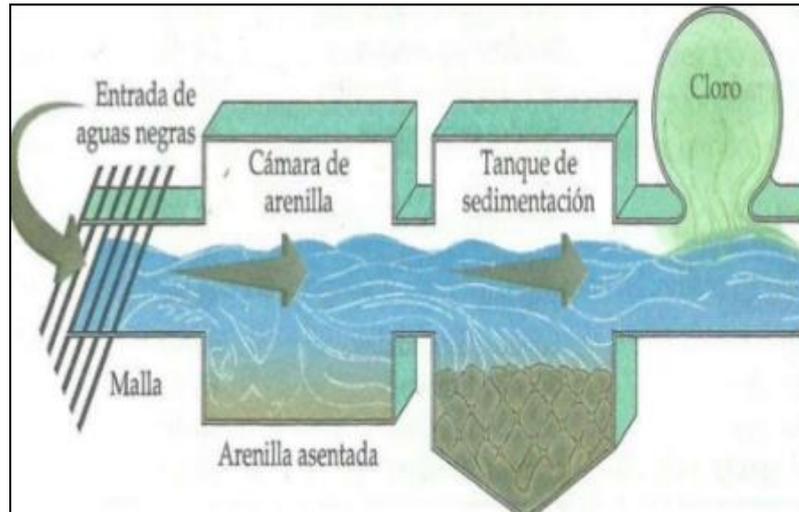


Figura 2. Esquema Tratamiento Primario

Fuente: [http://cidta.usal.es/cursos/agua/modulos/Conceptos/uni\\_04/u3c1s4.htm](http://cidta.usal.es/cursos/agua/modulos/Conceptos/uni_04/u3c1s4.htm)

Tratamiento Secundario: su objetivo es remover material orgánico y en suspensión, se utiliza procesos biológicos aprovechando la acción de microorganismos, que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica. Es complementado por el uso de filtros especiales o por el uso de lodos activos.

Los desperdicios que se obtienen del tratamiento primario pasan a través de un tanque de aireación lo que provoca el crecimiento rápido de bacterias aeróbicas que se alimentan de materia orgánica del agua, estas bacterias forman una masa que es el lodo activado, el agua se descarga después de haber sido clorada y los lodos son retenidos y regresados al tanque de aireación. [9]

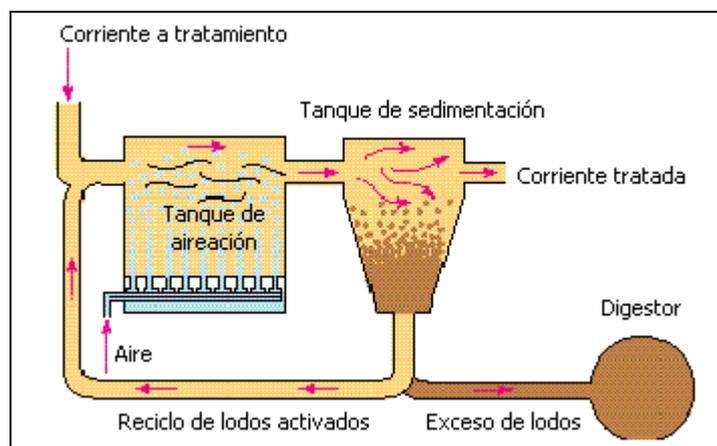


Figura 3. Esquema Tratamiento Secundario

Fuente: <http://biorreactores.tripod.com/Bioprosesos.htm>

Después de un tratamiento secundario, se logra eliminar 90% de sólidos suspendidos y un 90% de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).

El tratamiento secundario, no elimina algunas sustancias como sales de fósforo y nitrógeno, mismas que ayudan al crecimiento de algas, además de metales pesados y otros productos químicos. Para la eliminación de estas sustancias se requiere de un tratamiento terciario. [9]

Tratamiento Terciario: Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una desinfección, normalmente se trata de remover nutrientes (N, P) del agua porque estos estimulan el crecimiento de plantas acuáticas. Estos pueden ser: rayos ultravioleta, cloración, ebullición, etc. [9]

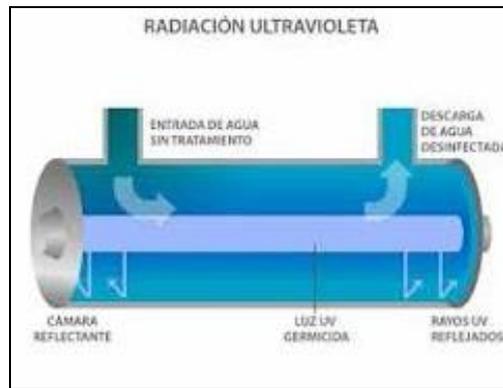


Figura 4. Esquema Tratamiento Terciario Radiación Ultravioleta

Fuente:

[http://www.eula.cl/giba/images/contenidos/educacionambiental/Tratamiento\\_terciario.pdf](http://www.eula.cl/giba/images/contenidos/educacionambiental/Tratamiento_terciario.pdf)



Figura 5. Esquema Tratamiento Terciario Cloración

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/3495687/>

Un filtro de agua es un dispositivo que trata de mejorar la calidad del agua mediante sistemas que separan y retienen las partículas indeseadas que pueda contener, pero que dejan pasar el líquido.

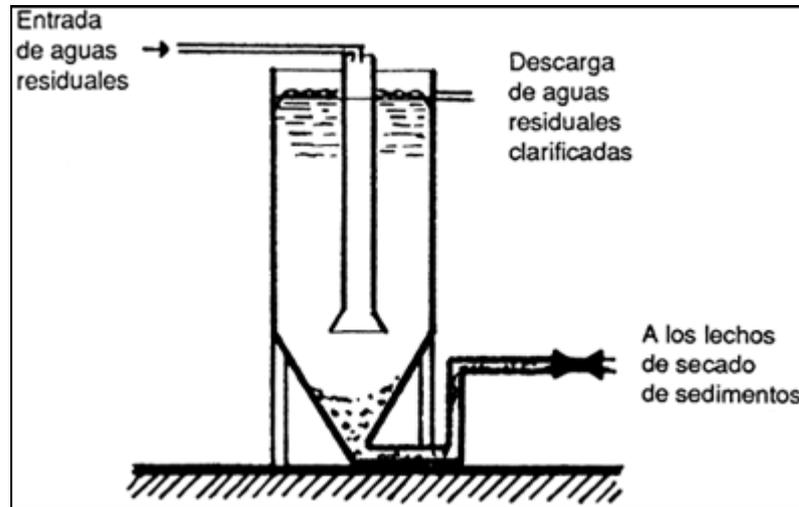


Figura 6. Esquema Filtro

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/004/t0566s/t0566s14.htm>

A continuación se presentan conceptos básicos para entender el desarrollo del trabajo experimental:

### 2.1.1. Agua (Criterios de calidad)

Son niveles deseados a los cuales se pretende que llegue el agua, para posteriormente darle un uso benéfico. [8]



Figura 7. Calidad del Agua

Fuente: <http://www.gestoresdeaguasegura.org/tag/calidad/>

### 2.1.2. Contaminación del Agua

El agua está contaminada cuando existen organismos dañinos que afectan al ecosistema y salud, provenientes de descargas domésticas, industriales, etc. [8]



Figura 8. Contaminación del Agua  
Fuente: <http://elblogverde.com/contaminacion-del-agua/>

### 2.1.3. Aguas Residuales

Son aquellas aguas resultantes del uso municipal, industrial, comercial y agrícola cuya calidad fue afectada. [8]



Figura 9. Aguas Residuales  
Fuente: <http://elblogverde.com/contaminacion-del-agua/>

### 2.1.4. Desinfección del Agua

La desinfección del agua se refiere a la eliminación de microorganismos patógenos mediante el uso de algún agente físico o químico, es necesario darle un tratamiento previo como la coagulación, sedimentación y filtración. [9]

### 2.1.5. Efluente

Líquido residual.

### 2.1.6. Filtración

Es un proceso de limpieza del agua, consiste en separar sedimentos, mediante un determinado elemento que sirve de filtro. Este elemento suele ser poroso y hace que el líquido pase por el mismo mientras que las partículas contaminadas se impregnan en el material filtrante reduciendo el índice de contaminación en el agua. [10]

### 2.1.7. Medio Filtrante Granular

“Totalidad de partículas granulares utilizadas para filtrar el agua.” [11]

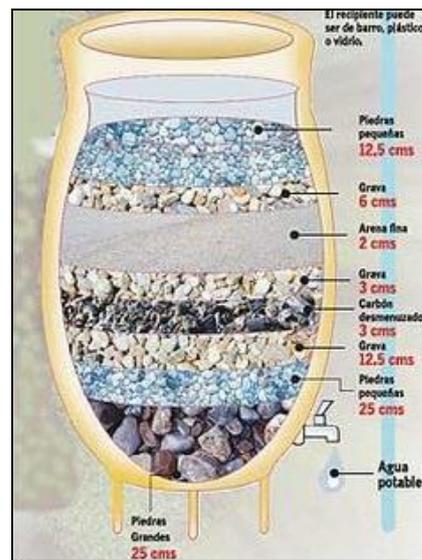


Figura 10. Medio Granular Filtrante

Fuente: <https://www.pinterest.com/explore/agua-de-lluvia-915223071002/>

### 2.1.8. Filtros de grava.

“Son aquellos cuyas aberturas en el sistema de desagües, son más grandes que en el medio del filtro, por lo que requieren capas de grava para que éste, entre y bloquee el sistema de desagües, y ayude a distribuir el agua del enjuague.” [11]

### 2.1.9. Bagazo de caña de maíz

Residuo del tallo del maíz

### 2.1.10. Aserrín

“El serrín o aserrín es el desperdicio del proceso de serrado de la madera, que se produce en un aserradero” [12]

### 2.1.11. Ceniza de Carbón Vegetal

La ceniza de carbón vegetal se consigue gracias a la ebullición de la madera, contiene carbonato de sodio y carbonato de potasio. [13]

### 2.1.12. Análisis Físico-Químico del Agua

Estudio de las propiedades físicas y químicas del agua que al estar en contacto con agentes externos (aire, suelo, vegetación) se puede ver afectada. El agua dulce posee una composición química natural, como integrantes mayoritarios los carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos. [14]

### 2.1.13. Sólidos Totales

Se refiere a la materia total suspendida o disuelta presente en el agua. [15]



Figura 11. Sólidos Disueltos

Fuente:

[http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/Curso/uni\\_03/U3C3S4.htm](http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/Curso/uni_03/U3C3S4.htm)



Figura 12. Sólidos Suspendidos

Fuente:

[http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/Curso/uni\\_03/U3C3S4.htm](http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/Curso/uni_03/U3C3S4.htm)

#### 2.1.14. DBO<sub>5</sub>

Demanda Biológica de Oxígeno, el D.B.O. de un líquido es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra.

Mientras mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesita sus microorganismos para degradarla. [16]

#### 2.1.15. DQO

Demanda Química de Oxígeno determina la cantidad de oxígeno requerido para degradar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. [17]

#### 2.1.16. pH

El pH es una medida de la alcalinidad de una solución e indica la concentración de iones hidronio, para que no cambien las características biológicas de un cuerpo de agua es importante la concentración de los iones antes nombrados. [5]

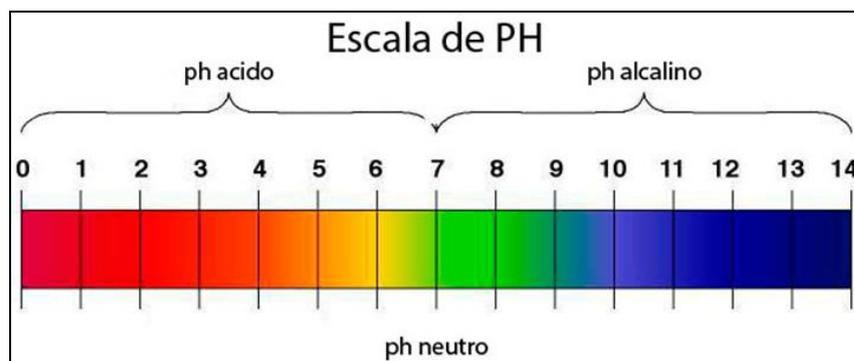


Figura 13. Escala de pH

Fuente: <http://www.limpiology.es/que-es-el-ph/>

#### 2.1.17. Agua Alcalina

El agua es alcalina cuando posee un pH mayor a siete. [9]

#### 2.1.18. Aceites y Grasas

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos compuestos por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo.

Estos elementos deben ser examinados constantemente ya que si se acumulan en el agua formarán natas en la superficie del líquido, unas de las características más destacadas son la baja densidad y poca solubilidad en agua. [18]

#### 2.1.19. TPH

Hidrocarburos totales de petróleo, mezcla de productos químicos originados de petróleo crudo, los hidrocarburos contienen un alto peso molecular insolubles al agua están compuestos principalmente por carbono e hidrógeno. [19]

#### 2.1.20. TRH

Tiempo de retención hidráulica, es decir tiempo de permanencia del líquido en un sistema determinado.

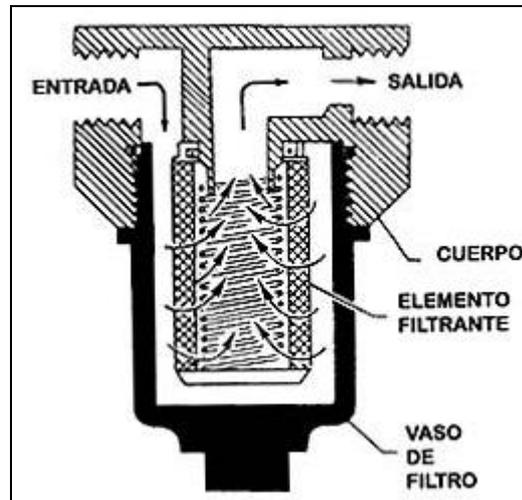


Figura 14. Representación del TRH de un filtro

Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica4A.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica4A.htm)

## **2.2. HIPÓTESIS**

La elaboración de un filtro artesanal contribuye a que los resultados de los análisis de los parámetros establecidos del agua residual de una lavadora de autos livianos ubicada en la ciudad de Ambato disminuyan.

## **2.3. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Variable Independiente**

El filtro artesanal

### **2.3.2. Variable Dependiente**

Los resultados de los análisis de los parámetros del agua residual de una lavadora de autos

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del presente proyecto se aplicará dos tipos de investigación: de laboratorio e investigación experimental.

**Investigación de laboratorio:** Para obtener resultados de los parámetros del agua residual se desarrollará un análisis físico – químico cada cierto tiempo, el cual es necesario realizarlo en un laboratorio especializado.

**Investigación experimental:** Los materiales filtrantes utilizados para la elaboración del filtro, hoy en día no son utilizados frecuentemente, por lo cual este proyecto pretende evaluar su eficiencia proporcionando información y aplicaciones futuras.

#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Según la investigación: **Evaluación de materiales en la zona de la sabana de Bogotá como medios filtrantes para aguas residuales** [4], se tomará 30 días como población, en los cuales el filtro estará en funcionamiento, y la muestra será el número de veces que se tome el agua para realizar el respectivo análisis, es decir dos veces por semana.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1. VARIABLE IDEPENDIENTE

El filtro artesanal

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente

<b>Concepto</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
Un filtro de agua es un dispositivo que trata de mejorar la calidad del agua mediante sistemas que separan y retienen las partículas indeseadas que pueda contener, pero que dejan pasar el líquido.	Calidad del agua	Evacuación hacia el sistema de alcantarillado	¿El agua evacuada cumple con los valores permisibles?	Análisis de laboratorio TULAS
	Sistemas que retienen partículas indeseadas	Filtración	¿Qué parámetro retiene en mayor cantidad el proceso de filtración?	Análisis de laboratorio

Fuente: Autor

### 3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Los resultados de los análisis de los parámetros del agua residual de una lavadora de autos

Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e Instrumento
Los análisis del agua residual son procesos para determinar el tipo de contaminación que posee el agua, los análisis pueden ser físico - químicos	Tipo de Contaminación	Agua Residual de una lavadora de autos	¿Cuál es el parámetro que produce una mayor contaminación?	Análisis de Laboratorio
	Análisis Físico Químicos	Sólidos Tot. suspendidos	¿Qué valor de Ss posee el agua residual en estudio?	Análisis de Laboratorio
		pH	¿Qué valor de pH tiene el agua residual en estudio?	Análisis de Laboratorio
		DBO <sub>5</sub>	¿Qué valor de DBO <sub>5</sub> tiene el agua residual en estudio?	Análisis de Laboratorio
		DQO	¿Qué valor de DQO tiene el agua residual en estudio?	Análisis de Laboratorio

Fuente: Autor

### 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 3. Recolección de Información

<b>Preguntas básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Qué evaluar?	El filtro, con los diferentes materiales que se han colocado como medios filtrantes.
¿Sobre qué evaluar?	Evaluar la eficiencia del filtro artesanal elaborado.
¿Sobre qué aspectos?	Los parámetros físico químicos del agua: sólidos suspendidos, sólidos totales, DQO, DBO <sub>5</sub> , pH, Aceites y grasas, TPH, los cuales deben estar dentro del límite permisible para la evacuación hacia el sistema del alcantarillado.
¿Quién evalúa?	Maricela Nataly Jiménez Navas
¿A Quiénes evalúa?	Se evalúa el agua residual de una lavadora de autos livianos ubicada en la ciudad de Ambato antes y después de ser filtrada.
¿Dónde evalúa?	En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, ubicados en la Universidad Técnica de Ambato.
¿Cómo y con Qué?	Mediante el análisis físico-químico del agua, realizado en un laboratorio especializado.

Fuente: Autor

### 3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

La estructura del filtro será metálica con recipientes de plástico, los cuales llevarán cada material independientemente. En la base de los recipientes se realizará orificios de 19/64', se ha optado por este tipo de depósito ya que es necesario observar la reacción que cada material tiene frente al efluente de una lavadora de autos.

Los materiales seleccionados son: bagazo de caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal y grava, ya que son materiales accesibles que se encuentran en la zona es decir en la ciudad de Ambato y son económicos.

Respecto a la grava se utilizará un lecho filtrante de 19-25 mm tomado de una investigación realizada en la Ciudad de Cuenca con el tema: **“Filtros caseros, utilizando ferrocemento. diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), Sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento”** [5]

Para obtener el tamaño de la grava se tamizará por la criba de 1' y 3/4', se receptorá el material que pase por el tamiz de 1' y retenga el tamiz de 3/4'.

Un material adicional que se va a emplear es la tela organza, la cual es utilizada como cernidor de leche por algunas personas, se aplicará después de cada capa de material para una mejor filtración.

Tabla 4. Ficha Técnica Tela Organza

FICHA TÉCNICA
<p><b>Tipo de tejido:</b> Tejido plano.</p> <p><b>Construcción:</b> Ligamento tafetán.</p> <p><b>Densidad:</b> Baja.</p> <p><b>Peso:</b> 30 - 40 g/m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Hilados:</b> Hilos teñidos, Ne 30/1.</p> <p><b>Fibras:</b> Algodón 100%. Seda 100%. Mezclas con fibras sintéticas.</p> <p><b>Características:</b> Tejido muy fino, transparente y brillante con reflejos tornasolados.</p>

Fuente: Autor

Los parámetros primordiales que se tomarán en cuenta considerando el origen del efluente para realizar el análisis físico – químico del agua antes y después de pasar por el proceso de filtración son los siguientes:

- ✓ Turbiedad
- ✓ Sólidos suspendidos
- ✓ Sólidos totales
- ✓ DBO
- ✓ DQO
- ✓ pH
- ✓ Aceites y Grasas
- ✓ TPH

Al empezar y finalizar el trabajo experimental se realizará el análisis de todos los parámetros antes mencionados, y conforme vaya avanzando el proyecto se realizará el análisis de la turbiedad, sólidos suspendidos, DBO<sub>5</sub> y el pH.

En base al proyecto: **Evaluación de materiales en la zona de la sabana de Bogotá como medios filtrantes para aguas residuales** [4], la toma de muestras se realizará dos veces por semana durante un mes, en la cual se debe captar dos litros de agua que será analizada en el laboratorio; para así determinar la eficiencia del filtro mediante un proceso estadístico.

Los resultados obtenidos serán comparados con la tabla 9 del LIBRO VI Anexo 1: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO: AGUA DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE. [21] , para conocer si los parámetros del agua tratada se encuentran dentro de los límites permitidos para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado.

Tabla 5. Límites Permisibles TULAS

PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE
DBO <sub>5</sub>	mg/l	250
DQO	mg/l	500
Sólidos suspendidos	mg/l	220
Sólidos totales	mg/l	1600
pH	-	6-9
Aceites y Grasas	mg/l	70
TPH	mg/l	20

Fuente: [21]

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

En base a uno de los objetivos planteados se presenta el costo del filtro artesanal elaborado en el trabajo experimental.

##### 4.1.1. COSTO DEL FILTRO ARTESANAL

Tabla 6. Costo del Filtro Artesanal

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Estructura Metálica	1	60	60
Recipientes de Plástico	5	7	35
Aserrín	1 qq	0	0
Bagazo de caña de maíz	½ qq	0	0
Ceniza	2 lb	0	0
Grava	1/2qq	0	0
<b>TOTAL</b>			95

Fuente: Autor

La materia prima utilizada para el filtro no tuvo ningún costo ya que son materiales accesibles y se encuentran en la zona, es decir en la ciudad de Ambato.

##### 4.1.2. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA POR MATERIAL

El agua residual de la lavadora de autos livianos ubicada en la ciudad de Ambato, es de color negro y posee un olor a detergente y aceite, se observó que existe gran cantidad de partículas.

Previo al proceso de filtración se determinó el tiempo de retención hidráulica (TRH), de cada material, el agua fue vertida manualmente.

Tabla 7. TRH del Aserrín

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>MATERIAL: ASERRÍN</b>		
<b>Cantidad</b>	Seis litros	
<b>Color</b>	Pigmentación del aserrín	
<b>Olor</b>	Se reduce	
<b>TRH</b>	4' 50''	

Fuente: Autor

Tabla 8. TRH del Bagazo de Maíz

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>MATERIAL: ASERRÍN</b>		
<b>Cantidad</b>	Seis litros	
<b>Color</b>	Café	
<b>Olor</b>	Igual	
<b>TRH</b>	2'	

Fuente: Autor

Tabla 9. TRH Ceniza de Carbón Vegetal

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>MATERIAL: CENIZA DE CARBON VEGETAL</b>		
<b>Cantidad</b>	Seis litros	
<b>Color</b>	Amarillo	
<b>Olor</b>	Ceniza	
<b>TRH</b>	5h	

Fuente: Autor

Tabla 10. TRH de la grava

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 	
<b>MATERIAL: CENIZA DE CARBON VEGETAL</b>	
<b>Cantidad</b>	Seis litros
<b>Color</b>	Negro
<b>Olor</b>	Disminuye
<b>TRH</b>	2' 10''

Fuente: Autor

#### 4.1.3. NÚMERO DE MUESTRAS POR SEMANA

El filtro estuvo en funcionamiento durante treinta días, la toma de muestras se realizó dos veces por semana, las cuales fueron analizadas en un laboratorio especializado.

Tabla 11. Parámetros analizados por semana

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 								
No de Muestras	<b>SEMANA 1</b>		<b>SEMANA 2</b>		<b>SEMANA 3</b>		<b>SEMANA 4</b>	
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>
<b>Parámetros</b>								
Turbiedad	x	x	x	x	x	x	x	x
Solidos suspendidos	x	x	x	x	x	x	x	x
Solidos totales	x	x						x
DBO	x	x	x	x	x	x	x	x
DQO	x	x						x
pH	x	x	x	x	x	x	x	x
Aceites y Grasas	x	x						x
TPH	x	x						x

Fuente: Autor

Antes del proceso de Filtración  
 Después del proceso de Filtración

#### 4.1.4. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS

Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores de la tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente:

Tabla 12. Límites Permisibles TULAS

PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE
DBO <sub>5</sub>	mg/l	250
DQO	mg/l	500
Solidos suspendidos	mg/l	220
Sólidos totales	mg/l	1600
pH	-	6-9
Aceites y Grasas	mg/l	70
TPH	mg/l	20

Fuente: [21]

##### 4.1.4.1. PRIMERA SEMANA

El análisis del agua residual sin pasar por el proceso de filtración emitió los siguientes resultados:

Tabla 13. Análisis Completo sin filtrar

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
Turbiedad	NTU	260
DBO <sub>5</sub>	mg/l	1052
Solidos suspendidos	mg/l	536
Sólidos totales	mg/l	1049
pH	-	8
Aceites y Grasas	mg/l	1,70
TPH	mg/l	228

Fuente: Autor

Resultados del primer análisis completo después del proceso de filtración:

Tabla 14. Análisis completo filtrado

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbiedad	NTU	21,1
DBO5	mg/l	3154
DQO	mg/l	7276
Solidos suspendidos	mg/l	32
Sólidos totales	mg/l	10244
pH	-	10,6
Aceites y Grasas	mg/l	2,30
TPH	mg/l	0,40

Fuente: Autor

#### 4.1.4.2. SEGUNDA SEMANA

Resultados del segundo análisis después del proceso de filtración:

Tabla 15. Resultados Semana 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbiedad	NTU	14,7
DBO5	mg/l	101
Solidos suspendidos	mg/l	75
pH	-	10,5

Fuente: Autor

Resultados del tercer análisis después del proceso de filtración:

Tabla 16. Resultados Semana 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbiedad	NTU	8,07
DBO5	mg/l	659
Solidos suspendidos	mg/l	44
pH	-	10,5

Fuente: Autor

#### 4.1.4.3. TERCERA SEMANA

Resultados del cuarto análisis después del proceso de filtración:

Tabla 17. Resultados Semana 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbiedad	NTU	3,21
DBO5	mg/l	460
Solidos suspendidos	mg/l	7
pH	-	10,4

Fuente: Autor

Resultados del quinto análisis después del proceso de filtración:

Tabla 18. Resultados Semana 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbiedad	NTU	5,04
DBO5	mg/l	265
Solidos suspendidos	mg/l	15
pH	-	10,2

Fuente: Autor

#### 4.1.4.1. CUARTA SEMANA

Resultados del sexto análisis después del proceso de filtración:

Tabla 19. Resultados Semana 4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbiedad	NTU	2,37
DBO5	mg/l	515
Solidos suspendidos	mg/l	6
pH	-	10,3

Fuente: Autor

Previo al último examen se realizó un análisis de aceites y grasas antes de filtrar, del cual se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 20. Resultado Antes de Filtrar

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Aceites y Grasas	mg/l	3,1

Fuente: Autor

Resultados del séptimo análisis completo después del proceso de filtración

Tabla 21. Análisis Completo última filtración

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbiedad	NTU	30,1
DBO <sub>5</sub>	mg/l	813
DQO	mg/l	1690
Sólidos suspendidos	mg/l	104
Sólidos totales	mg/l	2047
pH	-	10
Aceites y Grasas	mg/l	0,85
TPH	mg/l	3,9

Fuente: Autor

Los análisis se realizaron en laboratorios especializados. Los parámetros: turbiedad, DBO<sub>5</sub>, DQO, sólidos suspendidos y sólidos totales se analizaron en EMAPA (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato); y los parámetros TPH, aceites y grasas se analizaron en un laboratorio acreditado llamado Lacquanálisis.

La medición del pH se realizó con un instrumento llamado pH-metro.

## 4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.2.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS

Para conocer si los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado se ha realizado una tabulación de cada parámetro:

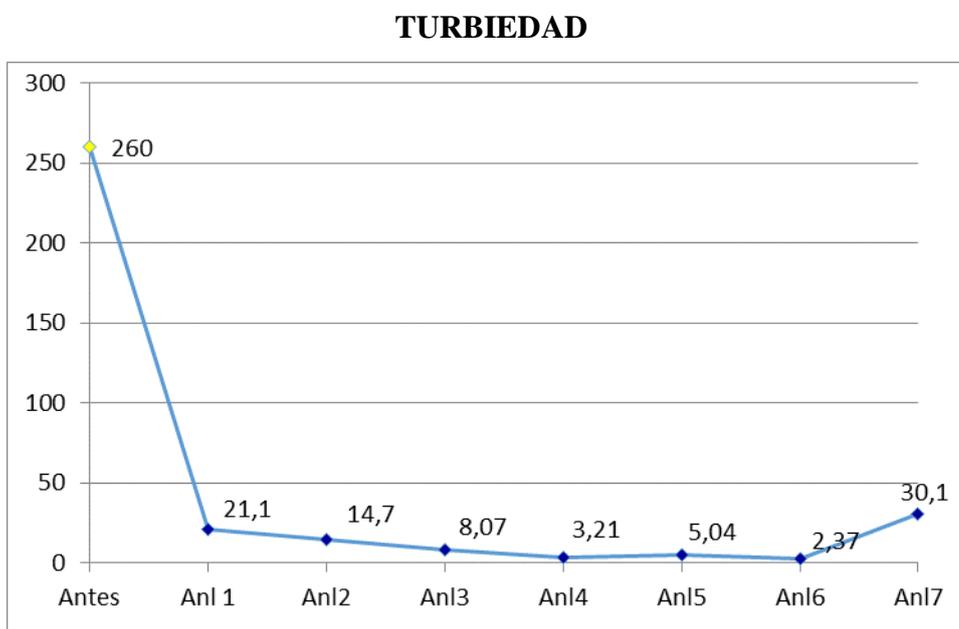


Gráfico 1. Valores de Turbiedad

Fuente: Autor

**Interpretación:** El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de turbiedad de 260 NTU. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado siete análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor de 21.1 NTU.

A medida que el proyecto experimental va avanzando, la turbiedad disminuye de forma significativa como se puede apreciar en el análisis número cuatro, el cual da un valor de 3.21 NTU.

En el último análisis realizado, se obtuvo un valor de 30.1 NTU, el cual visiblemente ascendió respecto a los demás análisis, sin embargo se encuentra muy inferior al valor obtenido antes de filtrar.

## DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

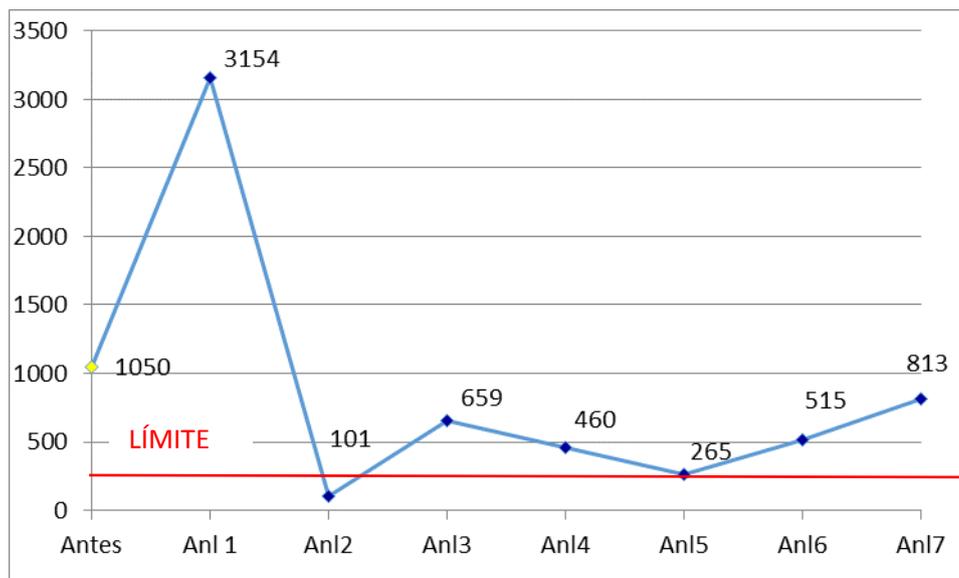


Gráfico 2. Valores de DBO

Fuente: Autor

**Interpretación:** El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de DBO<sub>5</sub> de 1050 mg/l. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado siete análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor de 3154 mg/l.

El análisis número dos se encuentra dentro del límite para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado, es decir 250 mg/l, sin embargo los demás resultados obtenidos no se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

La DBO<sub>5</sub> es la medición de la materia orgánica existente en el agua residual, y los materiales utilizados en el filtro son orgánicos lo que pudo reducir las posibilidades que el valor de este parámetro se encuentre dentro del límite.

## DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

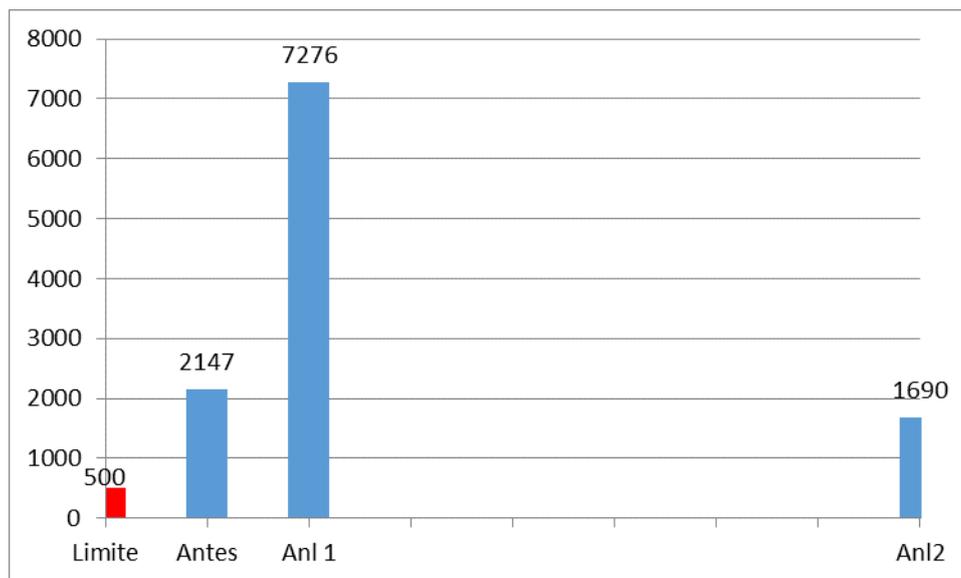


Gráfico 3. Valores de DQO

Fuente: Autor

**Interpretación:** El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de DQO de 2147 mg/l. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado dos análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor de 7276 mg/l.

El análisis dos realizado, entrega un resultado de 1690 mg/l, el cual comparado con el valor no filtrado, sí existe una reducción de DQO.

Los resultados obtenidos no se encuentran dentro del límite para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado, es decir 500 mg/l establecido en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

El filtro no ayudó a disminuir este parámetro. La DQO contiene a la DBO<sub>5</sub> por lo cual también se ve afectada frente a los materiales orgánicos utilizados, lo que pudo reducir las posibilidades que el valor de este parámetro disminuya.

## SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS

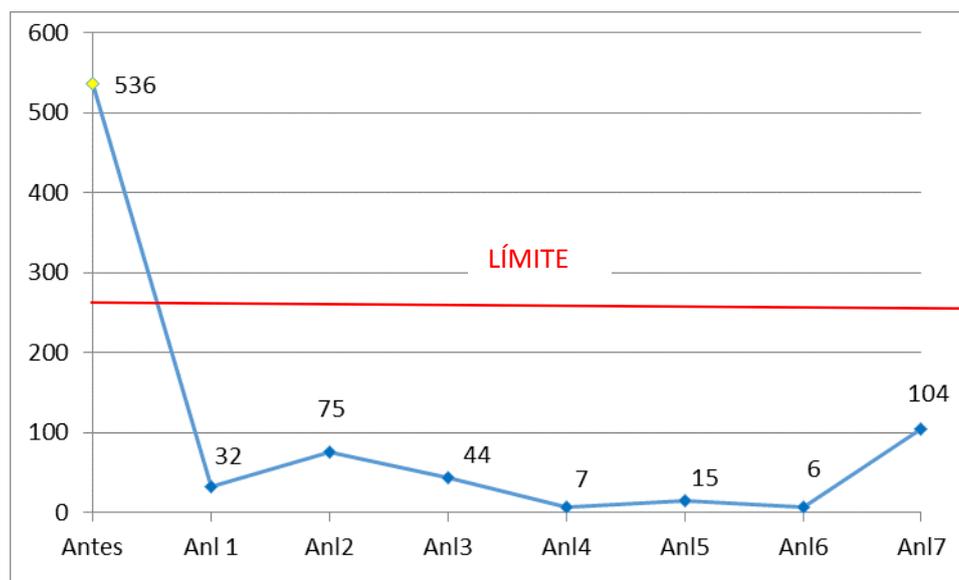


Gráfico 4. Valores de Sólidos Suspendingidos  
Fuente: Autor

**Interpretación:** El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de 536 mg/l. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado siete análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor de 32 mg/l.

A medida que el proyecto experimental va avanzando, el valor de sólidos totales suspendidos varía, como se puede apreciar en el análisis número dos, el cual da un valor de 75 mg/l, el análisis número cuatro disminuye a 7 mg/l y en el último análisis los sólidos totales suspendidos vuelven ascender a 104 mg/l.

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios ya que los valores se encuentran dentro del límite para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado, es decir 220 mg/l establecido en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

Los materiales utilizados en el filtro aportaron de forma significativa en la disminución de los sólidos suspendidos.

## SÓLIDOS TOTALES

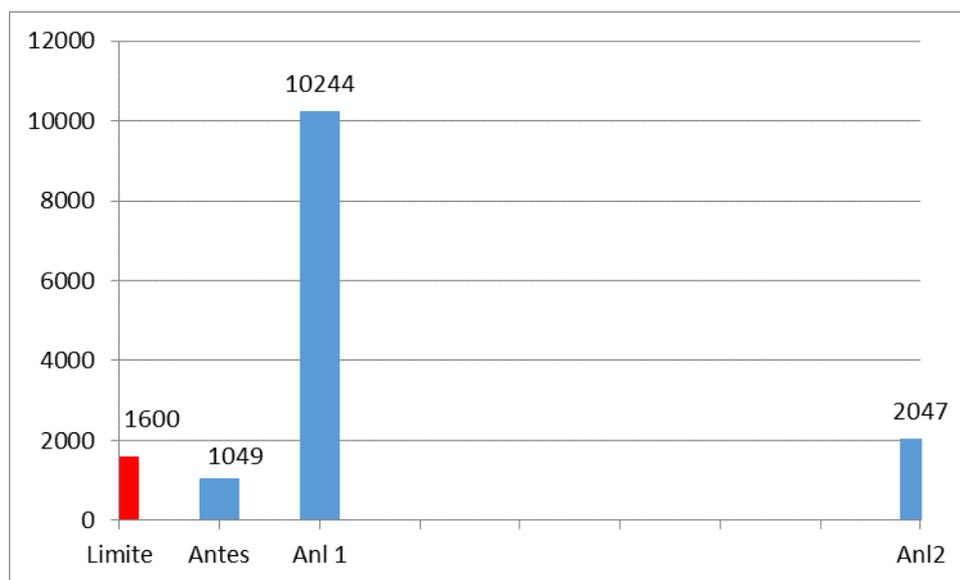


Gráfico 5. Valores de Sólidos Totales

Fuente: Autor

**Interpretación:** El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de 1049 mg/l. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado dos análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor abrupto de 10244 mg/l.

Los resultados obtenidos no se encuentran dentro del límite para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado, es decir 1600 mg/l establecido en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

Los sólidos totales no se lograron disminuir con la implementación del filtro, según los resultados existe un gran incremento de sólidos disueltos, esto se puede afirmar ya que los sólidos suspendidos poseen valores pequeños.

## POTENCIAL DE HIDRÓGENO

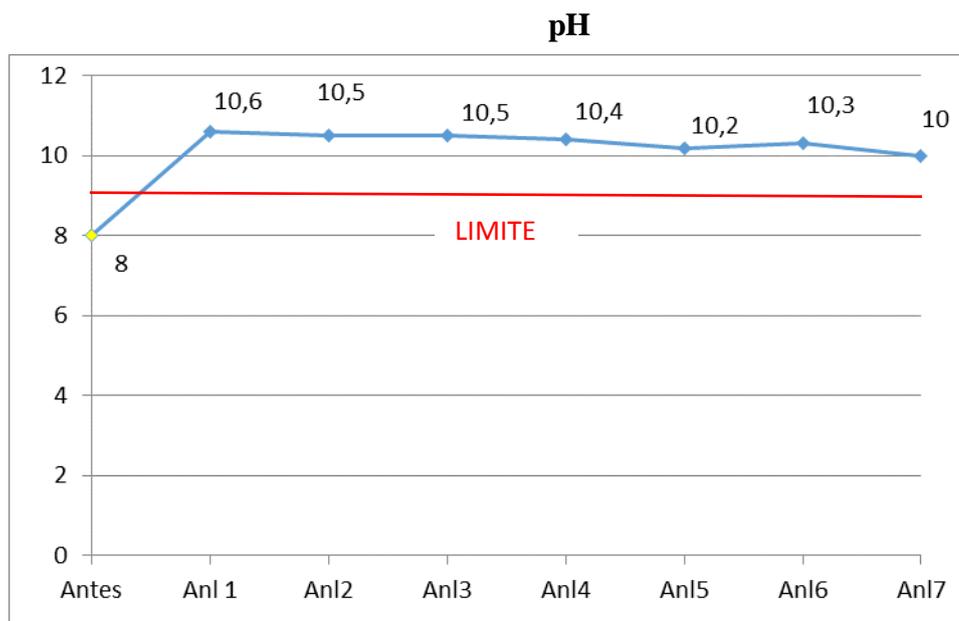


Gráfico 6. Valores de pH

Fuente: Autor

**Interpretación:** El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de pH de 8. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado siete análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor de 10.6 mg/l.

Los resultados de los análisis después de la filtración tendieron a subir, el valor de pH varía por décimas, como se puede apreciar en el análisis número dos, el cual da un valor de 10.5 y en el análisis siete un valor de 10.

Los valores de pH no se encuentran dentro del límite para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado, es decir de 6-9, rango establecido en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

Los materiales utilizados en el filtro hicieron que los valores del potencial de hidrógeno incrementen, según los resultados se tiene un pH moderadamente básico es decir un agua muy alcalina y posee deficiencia de nutrientes.

## ACEITES Y GRASAS

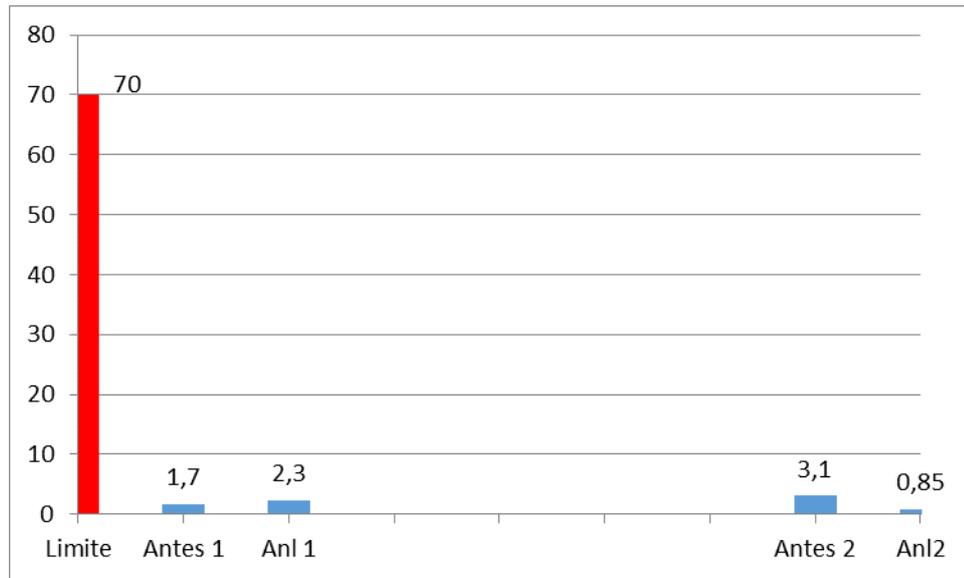


Gráfico 7. Valores de Aceites y Grasas  
Fuente: Autor

**Interpretación:** El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de 1.7 mg/l. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado dos análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor de 2.3 mg/l.

En el segundo análisis, El agua previa a la filtración obtuvo un resultado de 3.1 y después de filtrar un valor de 0.85.

Los datos obtenidos se encuentran dentro del límite para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado, es decir 70 mg/l establecido en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

Al parámetro aceites y grasas se le atribuye un mayor cuidado ya que posee escasa solubilidad en el agua y una tendencia a separarse de la fase acuosa, para lo cual el filtro aportó a la disminución de este parámetro gracias a los materiales utilizados.

## HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO

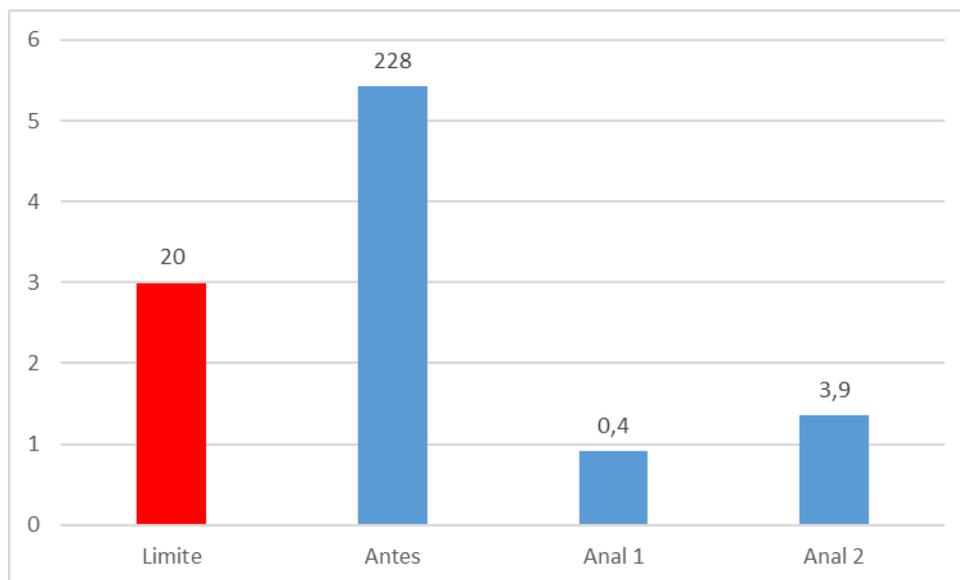


Gráfico 8. TPH

Fuente: Autor

**Interpretación:** Para una mejor interpretación el gráfico 8 se presenta en escala logarítmica. El agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración obtuvo un valor de 228 mg/l. Durante el tiempo que el filtro estaba en funcionamiento se ha realizado dos análisis, en el gráfico se puede observar que el primer resultado arroja un valor de 0.4 mg/l y en el segundo un valor de 3.9 mg/l.

Gracias a la implementación del filtro, los resultados obtenidos han sido satisfactorios ya que los valores se encuentran dentro del límite para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado, es decir 20 mg/l establecido en la tabla 9 del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente.

#### 4.2.2. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO

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 durante el tiempo que el filtro estuvo en funcionamiento.

##### TURBIEDAD

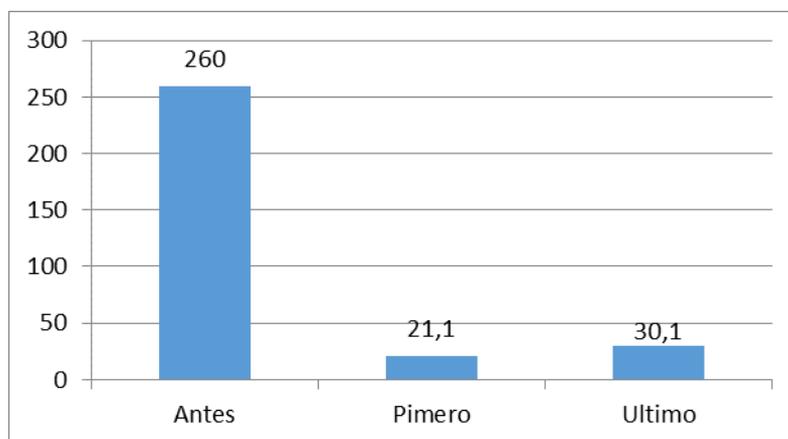


Gráfico 9. Eficiencia del Filtro Turbiedad  
Fuente: Autor

El filtro ha funcionado favorablemente en ciertos parámetros como es la turbiedad que de 260 NTU, en el último análisis descendió a 30.1 NTU.

##### DBO

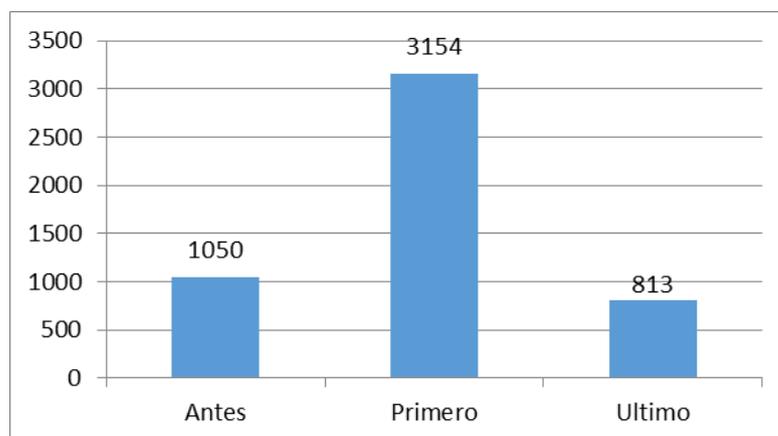


Gráfico 10. Eficiencia del Filtro DBO  
Fuente: Autor

Respecto al DBO<sub>5</sub>, antes del proceso de filtración obtuvo un valor de 1050 mg/l, en el último análisis el valor desciende a 813 mg/l.

## DQO

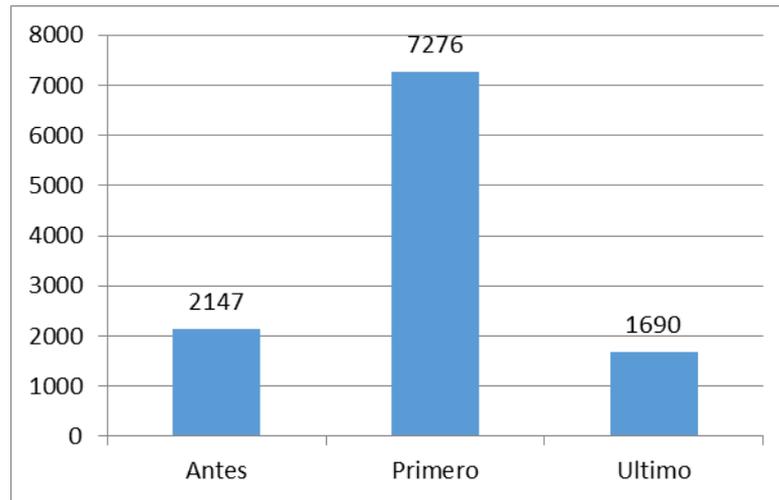


Gráfico 11. Eficiencia del Filtro DQO

Fuente: Autor

El valor de inicial de DQO es de 2147 mg/l, el primer análisis arroja un resultado de 7276 mg/l, sin embargo en el último análisis durante el funcionamiento del filtro, se obtiene un resultado de 1690 mg/l.

## SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS

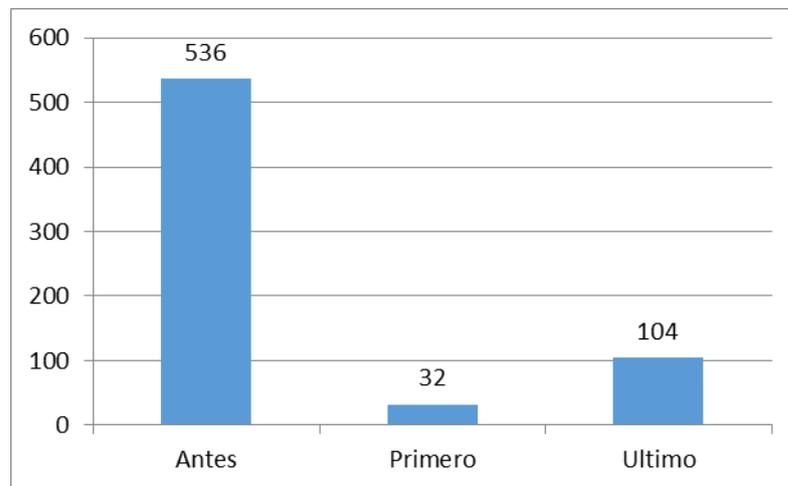


Gráfico 12. Eficiencia del Filtro S.T.S.

Fuente: Autor

Los sólidos totales suspendidos han descendido propiciamente de 536 mg/l a 32 mg/l en el primer análisis y en el último análisis su valor es de 104 mg/l.

## SÓLIDOS TOTALES

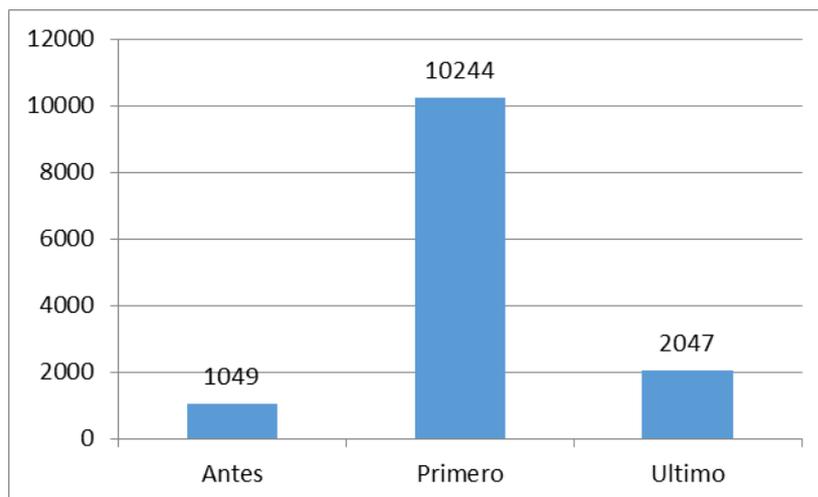


Gráfico 13. Eficiencia del Filtro S.T.

Fuente: Autor

Los resultados de los análisis respecto a los sólidos totales no han sido los esperados, ya que los valores han incrementado después del proceso de filtración, así el valor antes de filtrar es de 1049 mg/l, el primer análisis de 10244 mg/l y en el último análisis el valor es de 2047 mg/l.

## pH

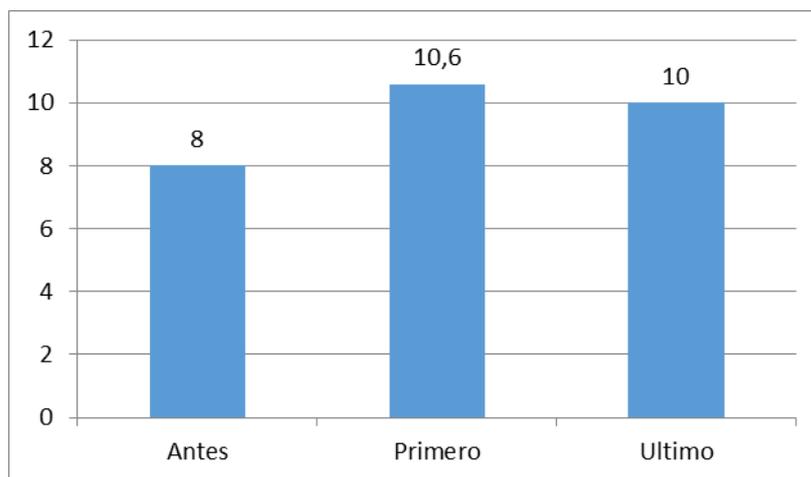


Gráfico 14. Eficiencia del Filtro pH

Fuente: Autor

El pH, es otro de los parámetros que los resultados no han sido satisfactorios, ya que antes de filtrar se obtuvo un valor de 8, en el primer análisis después del proceso, su valor fue de 10.6 y en el último análisis disminuyó a 10.

### Aceites y Grasas

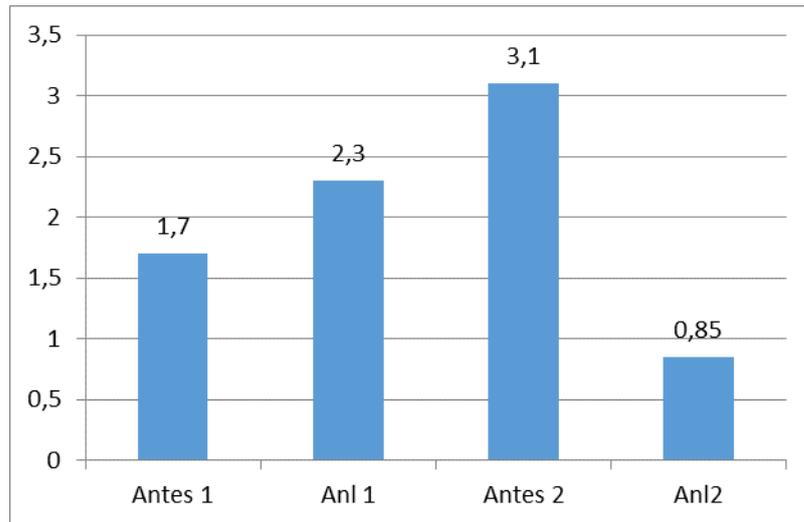


Gráfico 15. Eficiencia del Filtro Aceites y Grasas  
Fuente: Autor

El parámetro Aceites y Grasas, ha obtenido buenos resultados, ya que su valor antes de someter al proceso de filtración es de 3.1 y después su valor disminuye a 0.85.

### Hidrocarburos Totales de Petr6leo

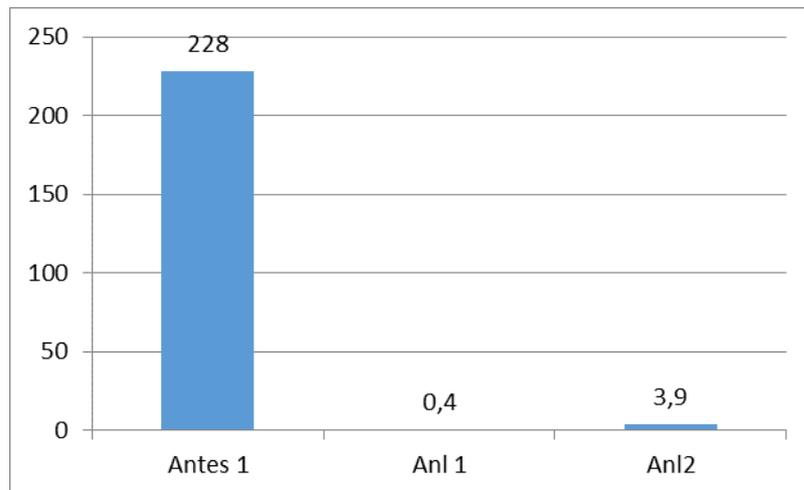


Gráfico 16. Eficiencia del Filtro TPH  
Fuente: Autor

El filtro colabor6 a disminuir en alto grado a los hidrocarburos totales de petr6leo o TPH ya que su valor antes de filtrar es de 228, en el primer an6lisis obtuvo 0.4 y en el 6ltimo an6lisis un valor de 3.9, lo cual es satisfactorio.

Los materiales utilizados en el filtro han contribuido a la disminución de determinados parámetros como la turbiedad, Sólidos suspendidos, aceites y grasas, TPH, por lo que se puede considerar al filtro como tratamiento primario del agua residual en estudio. Lo cual deja abierto temas de investigación para conocer que material independientemente consiguió disminuir los valores de los parámetros mencionados.

El pH ha incrementado ya que la ceniza de carbón vegetal o de madera presenta contenidos de diferentes nutrientes como potasio, fósforo, magnesio y calcio; por lo que el material presenta un fuerte carácter alcalino.

Así también se puede investigar que material afectó para que los demás parámetros incrementen sus valores.

### **4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

Los análisis realizados al agua residual de una lavadora de autos permiten afirmar que la hipótesis no se cumple, ya que el filtro artesanal no disminuyó el grado de contaminación de todos los parámetros establecidos.

Sin embargo, los materiales utilizados en el filtro aportaron a la disminución del grado de contaminación de la turbiedad, aceites y grasas, sólidos totales suspendidos y TPH.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- Los materiales utilizados en el filtro artesanal lograron disminuir algunos de los parámetros establecidos como la turbiedad, sólidos suspendidos, aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo.
- La turbiedad es un parámetro que no posee un valor límite para la descarga hacia el sistema de alcantarillado, sin embargo gracias a los materiales utilizados en el filtro se ha logrado disminuir satisfactoriamente
- Al realizar el análisis físico químico de la DBO<sub>5</sub> y la DQO no se ha obtenido los resultados esperados ya que estos parámetros evalúan el consumo de oxígeno y la carga orgánica independientemente, y la mayoría de los materiales utilizados en el filtro son orgánicos lo que pudo reducir las posibilidades que el valor de estos parámetros se encuentre dentro del límite.
- El parámetro sólidos totales suspendidos ha obtenido un resultado excelente ya que su valor se ha reducido en gran cantidad y se encuentra dentro de los límites establecidos gracias a la implementación del filtro con materiales orgánicos.
- Los sólidos totales se dividen en sólidos suspendidos y sólidos disueltos, el filtro artesanal no colaboró a la disminución de los sólidos totales, los resultados respecto a lo sólidos suspendidos poseen valores pequeños, por lo que se puede afirmar que existe un gran incremento de sólidos disueltos.

- El potencial de hidrógeno incrementó notablemente, sus valores son mayores a siete lo que quiere decir que es un pH básico o lo que es lo mismo agua alcalina, La materia orgánica utilizada en el filtro hizo que el pH aumente por lo cual se requiere una investigación de cada material.
- El pH ha incrementado ya que la ceniza de carbón vegetal o de madera presenta contenidos de diferentes nutrientes como potasio, fósforo, magnesio y calcio; por lo que el material presenta un fuerte carácter alcalino. Una de las alternativas para bajar el pH es aplicar ácido fosfórico al agua filtrada.
- Para el caso del parámetro Aceites y grasas en primera instancia el valor ascendió, pero esto pudo darse ya que la muestra de agua antes de filtrar tuvo un mayor contenido de grasa, y basándose a los resultados de los análisis realizados a los treinta días, antes y después del proceso de filtración se concluye que con la aplicación del filtro sí se logra disminuir el nivel de contaminación de este parámetro.
- Después de analizar los resultados respecto al parámetro Hidrocarburos totales de petróleo, se observó que gracias a los materiales utilizados en el filtro existe una reducción satisfactoria de contaminación ya que de 228 disminuyó a 0,40.
- El filtro artesanal elaborado a base de bagazo de caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal y grava logró disminuir el grado de contaminación de determinados parámetros, sin embargo es necesario mencionar que la DBO y la DQO se logran disminuir aplicando cierta cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable, este criterio es tomado en cuenta en un tratamiento secundario; por lo cual el filtro elaborado se puede considerar como tratamiento primario de acuerdo a los valores de los parámetros que se ha logrado disminuir.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Previo al proceso de filtración es necesario lavar cada uno de los materiales.
- Se recomienda cambiar el material cada dos semanas ya que empieza a descomponerse.
- Tamizar correctamente la grava para que se encuentre dentro de la granulometría indicada en la metodología
- La muestra debe ser entregada al laboratorio antes de las dos horas de haberla tomado para preservar sus características, caso contrario llevar la muestra refrigerada.
- Llevar las muestras etiquetadas y enumeradas
- Dentro de un proyecto siempre se desea que haya una mejora continua del mismo, por lo tanto, se deja abierto temas de investigación para futuros estudiantes.
- Se recomienda triturar el bagazo de caña de maíz para obtener un mejor resultado en los análisis realizados.
- Para obtener un mejor resultado en el desempeño del filtro, se recomienda colocarlo en un cuarto oscuro o cubrirlo con algún tipo de material de tal forma que la luz solar no esté presente. Esto mejoraría los resultados respecto a la  $DBO_5$ .

## MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. BIBLIOGRAFÍA

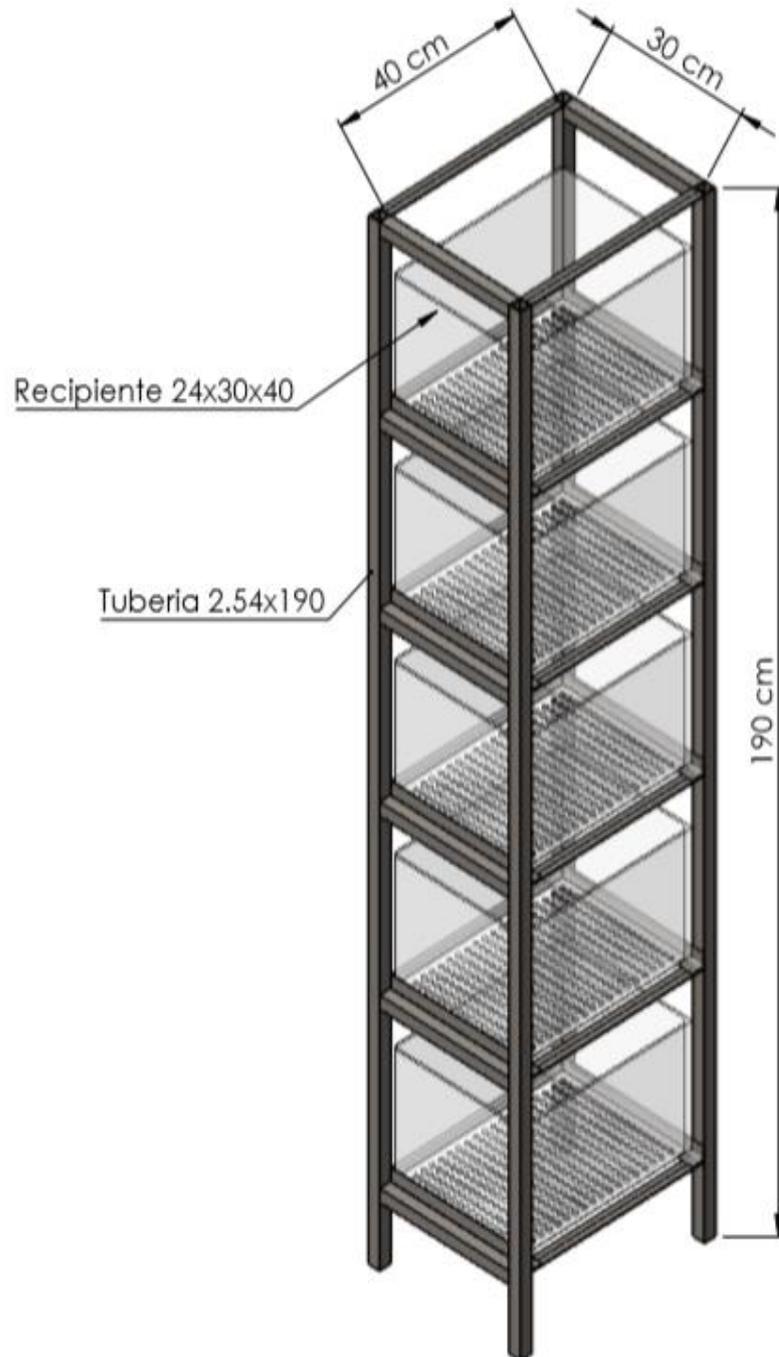
- [1] C. Arias y H. Brix, «Humedales Artificiales para el tratamiento de aguas residuales,» *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. I, n° 13, pp. 17-24.
- [2] COORPORACION UNIVERSITARIA LA SALLISTA, «Tecnologías sostenibles para la potabilización y tratamiento de aguas residuales,» *LA SALLISTA*, vol. III, n° 1, p. 27, 2006.
- [3] dicyt, *Agencia Iberoamericana para la Difusion de Ciencia y Tecnología*, Colombia, 2013.
- [4] S. Vidal, *Evaluacion de la Efectividad de un filtro a base de arcilla y plata coloidal en la Potabilizacion del agua medida por pruebas fisicoquimicas y microbiologicas*, Pereira: Universidad Tecnologica de Pereira, 2010.
- [5] J. Calles, *El Agua en el Ecuador*, Blogspot, 2012.
- [6] F. Paredes y T. Giovanna, *Recuperación de las Riveras del río Ambato*, Ambato: Universidad Tecnológica Indoamerica, 2011.
- [7] A. y. G. Sanchez, *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*, México: S. y G. Editores, 2011.
- [8] L. Vargas, *Desinfeccion*, Lima: CEPIS, 2000.
- [9] «Definicion,» [En línea]. Available: <http://definicion.mx/filtracion/>. [Último acceso: 14 mayo 2016].
- [10] I. 2149, 1998.
- [11] «EcuRed,» [En línea]. Available: <http://www.ecured.cu/Aserr%C3%ADn>. [Último acceso: 1 Junio 2016].
- [12] «Ecu Red,» [En línea]. Available: <http://www.ecured.cu/Ceniza>. [Último

acceso: 1 Junio 2016].

- [13] Enciclopedia Virtual, «eumed.com,» [En línea]. Available: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/solidos-agua.html>. [Último acceso: 1 junio 2016].
- [14] UPCT, *Análisis de Aguas*, Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- [15] cricyt, «Demanda Biológica de Oxígeno,» Andreo, Marisa, [En línea]. Available: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DBO.htm>. [Último acceso: 1 Junio 2016].
- [16] J. Rodier, *Análisis de Aguas*, Barcelona, 1981.
- [17] M. I. Toapanta, *Calidad del Agua, Grasas y Aceites*, Guayaquil: ESPOL.
- [18] C. Campillay, *Determinacion de Hidrocarburos Totales de Petroleo (TPH-DIESEL) en Choritos Mytilus (HUPE,1854) de la Bahía de Corral y sitios Aledanos*, Chile: Universidad Austral de Chile, 2006.
- [19] H. Espinosa, V. Hernández, N. Lozano, J. Tavera, A. Cervera y A. Granja, *Evaluación de materiales en la zona de la sabana de Bogotá como medios filtrantes para aguas residuales*, Bogotá: Revista Ciencia y Tecnología, 2010.
- [20] M. Cordero y U. Pablo, "Filtros caseros, utilizando ferrocemento. diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), Sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento", Cuenca: Universidad de Cuenca, 2011.
- [21] *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MINISTERIO DE AMBIENTE*, 2014.

## 2. ANEXOS

### 2.1. ANEXO FOTOGRÁFICO



**Estructura del Filtro**



**Agujeros en los recipientes**



**Lavado del material**



**Tamizar la Grava**



**Tamizar la Grava**



**Aserrín**



**Bagazo de caña de maíz**



**Ceniza de carbón vegetal**



**Grava**



**Tiempo de Retención Hidráulica Aserrín**



**Tiempo de Retención Hidráulica Bagazo de caña de maíz**



**Tiempo de Retención Hidráulica Ceniza de carbón vegetal**



**Tiempo de Retención Hidráulica de la grava**



**Filtro Artesanal**



**Vertido manual del agua residual**



**Agua filtrada Primer semana**



**Agua antes de filtrar**



**Agua Filtrada Segunda Semana**



**pH-metro**



**pH a las dos semanas**



**Bagazo de caña a las dos semanas**



**Bagazo de caña a las dos semanas**



**Ceniza a las dos semanas**



**Aserrín a las dos semanas**



**Envasado de las muestras**



**Etiquetado de las muestras**



**Agua sin filtrar**



**Agua filtrada a los 30 días**

## 2.2. INFORMES DE LOS ANÁLISIS



	<b>INFORME DE RESULTADOS</b> <b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-01</b>	Acreditación N° OAE C 14-001 LABORATORIO DE ENSAYOS
--	--	--

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	MISHELL MOLINA	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1607402
DIRECCIÓN:	Clda. FAE. Latacunga	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sra. Mishell Molina	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Mishell Molina
TÉLEFONO DE CONTACTO:	09 99037405	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	12 de julio de 2016: 12H00
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Lavadora de Auto	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	12 de julio de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Lavadora de Auto	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	21 de julio de 2015
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Mishell Molina	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	12 de julio de 2016: 10H30	Humedad (%):	40
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Temperatura (°C):	18.2

### ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	METODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B		260
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	1052
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l	HACH 8000	500,0	2 147
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540-D	220,0	536
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600,0	1049

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	EQ-075	17025-PR-CC-28-XX / Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EP-EMAPA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
 LABORATORISTA QUÍMICO

Ing. Verónica Cashabamba  
 RESPONSABLE TÉCNICO



Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
 Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991

## INFORME DE RESULTADOS

 Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditado en N° OAE LE C 11-010  
LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	MISHEL MOLINA GARCÍA
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Latacunga
TELÉFONO:	032 385 387
CELULAR:	099 903 7406
e - mail:	estefaniamolina8mg@gmail.com

Versión:	7
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	16-1551

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 49	TEM. AMBIENTE (°C): 18
-------------------------	-----------------	------------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual lubricadora  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANÁLISIS: Del 12 al 20 julio de 2016  
 FECHA EMISIÓN DE INFORME: 20 de julio de 2016  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 12 de julio de 2016

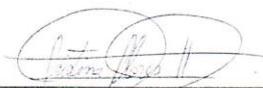
## INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Aceites y Grasas	mg/L	1,70	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	± 18,02 %
TPH***	mg/L	228,0	EPA 418.1	± 20 %

# Norma de Referencia: N/A  
 Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
 Certificado: OAE LE 2C 05-002

PERSONAL RESPONSABLE:

  
 Ing. Cristina Flores  
 ANALISTA



  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edif. Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono: 09-5363620 / 03-2420106 www.lacquanalisis.com info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América



**INFORME DE RESULTADOS**  
**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-  
RG-CC-71-01**

Acreditación N°  
OAE LE C 14-001  
LABORATORIO DE  
ENSAYOS



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Srta. Nataly Jimenez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1607413
DIRECCIÓN:	Barrio Oriente - Salcedo	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Srta. Nataly Jimenez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez
TÉLEFONO DE CONTACTO:	09 79182467	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	14 de julio de 2016: 13H40
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Agua residual tratada - Lavado de autos	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	14 de julio de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Filtro de grava	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	22 de julio de 2015
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	14 de julio de 2016: 12H50	Humedad (%):	44
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Temperatura (°C):	17,3

**ANÁLISIS REALIZADOS**

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B	-	21,1
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	3 154
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l	HACH 8000	500,0	7 276
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540-D	220,0	32
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600,0	10 244

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	EQ-075	17025-PR-CC-28-XX / Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EPAMAPA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
LABORATORISTA QUÍMICO

Ing. Verónica Cashabamba  
RESPONSABLE TÉCNICO



Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991

## INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Nataly Jiménez
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Latacunga
TELÉFONO:	032 705262
CELULAR:	097 9182467
e - mail:	naty_j93@live.com

Versión:	7
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	16- 1 5 5 6

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 49	TEM. AMBIENTE (°C): 18
-------------------------	-----------------	------------------------

<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua residual Lubricadora	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b>	14 de julio de 2016
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente		
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 15 al 20 julio de 2016		
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME:</b>	20 de Julio de 2016		

## INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Aceites y Grasas	mg/L	2,30	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	± 18,02 %
TPH***	mg/L	0,40	EPA 418.1	± 20 %

# Norma de Referencia: N/A

Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

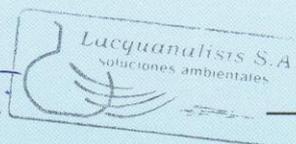
\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:

Certificado: OAE LE 2C 05-002

### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Cristina Flores  
ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio



**INFORME DE RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-  
RG-CC-71-01**



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Srta. Nataly Jimenez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	<b>1607423</b>
DIRECCIÓN:	Barrio Oriente - Salcedo	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Srta. Nataly Jimenez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79182467	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	19 de julio de 2016; 13H59
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	<b>Agua residual tratada - Lavado de autos</b>	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	19 de julio de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	<b>Filtro de grava</b>	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	27 de julio de 2015
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	19 de julio de 2016; 13H35	Humedad (%):	42
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Temperatura (°C):	18,8

**ANÁLISIS REALIZADOS**

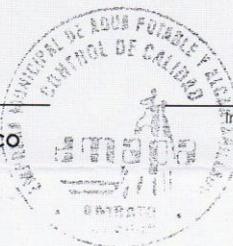
PARÁMETROS	UNIDADES	METODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B	-	<b>14,7</b>
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	<b>101</b>
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540-D	220,0	<b>75</b>

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EPEMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
**LABORATORISTA QUÍMICO**



Ing. Verónica Cashabalaba  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991



INFORME DE RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-  
RG-CC-71-01



EP - EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sra. Nataly Jimenez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1607447
DIRECCIÓN:	Barrio Oriente - Salcedo	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sra. Nataly Jimenez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Nataly Jimenez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79182467	FECHA / HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	21 de julio de 2016: 12H00
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Agua residual filtrada	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	21 de julio de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Universidad Técnica de Ambato - Laboratorios	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	27 de julio de 2015
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Nataly Jimenez	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	21 de julio de 2016: 11H30	Humedad (%):	45
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Temperatura (°C):	16,7

ANÁLISIS REALIZADOS

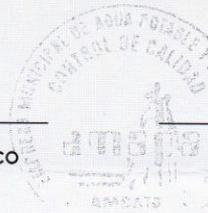
PARÁMETROS	UNIDADES	METODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B	-	8,07
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	659
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540-D	220,0	44

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EP-EMAPA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
LABORATORISTA QUÍMICO



Ing. Verónica Cashabamba  
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991



**INFORME DE RESULTADOS**  
**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-01**



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sra. Nataly Jimenez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	<b>1607449</b>
DIRECCIÓN:	Barrio Oriente - Salcedo	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sra. Nataly Jimenez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Nataly Jimenez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79182467	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	25 de julio de 2016; 11H06
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	<b>Agua residual</b>	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	25 de julio de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	<b>Filtro Grava</b>	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	03 de agosto de 2016
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Nataly Jimenez	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	25 de julio de 2016; 10H30	Humedad (%):	40
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Temperatura (°C):	19,1

**ANÁLISIS REALIZADOS**

PARÁMETROS	UNIDADES	METODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B	-	<b>3,21</b>
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	<b>460</b>
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540-D	220,0	<b>7</b>

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EP-EMAPA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
**LABORATORISTA QUÍMICO**



Ing. Verónica Cashabamba  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991



**INFORME DE RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

17025-RG-CC-71-01



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sra. Nataly Jimenez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1607455
DIRECCIÓN:	Barrio Oriente - Salcedo	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sra. Nataly Jimenez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Nataly Jimenez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79182467	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	28 de julio de 2016; 12H28
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Agua residual	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	28 de julio de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Filtro Grava	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	05 de agosto de 2016
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sra. Nataly Jimenez	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	28 de julio de 2016; 11H48		Humedad (%): 45
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual		Temperatura (°C): 17,1

**ANÁLISIS REALIZADOS**

PARÁMETROS	UNIDADES	METODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B	-	5,04
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	265
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	HACH 8006	220,0	15

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EP-EMAPA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
LABORATORISTA QUÍMICO

Ing. Verónica Cashabamba  
RESPONSABLE TÉCNICO



Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991



INFORME DE RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-01



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Srta. Nataly Jimenez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1608458
DIRECCIÓN:	Barrio Oriente - Salcedo	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Srta. Nataly Jimenez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79182467	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	01 de agosto de 2016; 14H10
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Agua residual	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	01 de agosto de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Filtro Grava	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	08 de agosto de 2016
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	01 de agosto de 2016; 13H40	Humedad (%):	39
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Temperatura (°C):	18,2

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	METODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B	-	2,37
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	515
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	HACH 8006	220,0	6

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EP MAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
LABORATORISTA QUÍMICO

Ing. Verónica Cashabamba  
RESPONSABLE TÉCNICO



Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991



**INFORME DE RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**17025-RG-CC-71-01**

Acreditación N°  
OAE LE C 14-001  
LABORATORIO DE  
ENSAYOS



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Srta. Nataly Jimenez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	<b>1608472</b>
DIRECCIÓN:	Barrio Oriente - Salcedo	TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Srta. Nataly Jimenez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79182467	FECHA /HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	03 de agosto de 2016; 14H09
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	<b>Agua residual</b>	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	03 de agosto de 2016
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	<b>Filtro de grava</b>	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	11 de agosto de 2016
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Srta. Nataly Jimenez	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	03 de agosto de 2016; 13H30		
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	Humedad (%):	44
		Temperatura (°C):	16,8

**ANALISIS REALIZADOS**

PARÁMETROS	UNIDADES	METODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
TURBIEDAD (A RESIDUALES)*	NTU	APHA-2130-B	-	<b>30,1</b>
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO <sub>5</sub> )*	mg/l	APHA-5210-B	250,0	<b>813</b>
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l	HACH 8000	500,0	<b>1690</b>
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540-D	220,0	<b>104</b>
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600,0	<b>2047</b>

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	EQ-075	17025-PR-CC-28-XX / Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO ( MUESTRA PUNTUAL) EPEMAPAA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE.

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado  
**LABORATORISTA QUÍMICO**

Ing. Verónica Cashabamba  
**RESPONSABLE TÉCNICO**



Laboratorios de Control de Calidad, EP - EMAPA - A,  
Antigua Vía a Santa Rosa - Ambato Telf. 2585991

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Nataly Jiménez
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Latacunga
TELÉFONO:	032 705262
CELULAR:	097 9182467
e-mail:	naty_j93@lve.com

Versión:	7
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   6 - 1   5   8   1

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD [%]: 50	TEM. AMBIENTE (°C): 18
-------------------------	-----------------	------------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lubricadora  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANÁLISIS: Del 04 al 15 de Agosto de 2016  
 FECHA EMISIÓN DE INFORME: 15 de Agosto de 2016  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 03 de Agosto de 2016

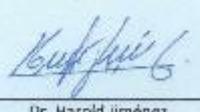
### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Acidos y Grasas	mg/L	3,10	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	± 18,02 %

<sup>®</sup> Norma de Referencia: N/A  
 \* Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance  
<sup>\*\*</sup> Parámetro No acreditado  
<sup>\*\*\*</sup> Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
 Certificado: OAE LE 2C 05 002

PERSONAL RESPONSABLE:

  
 Ing. Cristina Flores  
**ANALISTA**

  
 Dr. Harold Jiménez  
**DIRECTOR TÉCNICO**

NOTA:  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Nataly Jiménez
REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:	Latacunga
TELÉFONO:	032 705262
CELULAR:	097 9182467
e - mail:	naty_j93@live.com

Versión:	7
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	16-1582

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD [%]: 50	TEM. AMBIENTE (°C): 18
-------------------------	-----------------	------------------------

TIPO DE MUESTRA:	Agua residual Lubricadora	FECHA TOMA DE MUESTRA:	03 de Agosto de 2016
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente		
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual		
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 04 al 15 de Agosto de 2016		
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	15 de Agosto de 2016		

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Aceites y Grasas	mg/l	0,85	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	± 18,02 %
TPH***	mg/l	3,90	EPA 418.1	± 20 %

\* Norma de Referencia: N/A

Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

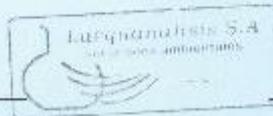
\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:

Certificado: OAE LE 2C 05-002

#### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Julia Conalata  
ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

#### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

## Evaluación de materiales en la zona de la sabana de Bogotá como medios filtrantes para aguas residuales<sup>1</sup>

Evaluation of materials in the area of the sabana of Bogotá as mechanism filters for wastewater

Helmut Espinosa García \*\*  
Vilma Hernández Montaña \*\*\*  
Nelly P. Lozano Puentes \*\*\*\*  
Johana Tavera Tavera \*\*\*\*\*  
Alexis Cervera Bonilla \*\*\*\*\*  
Adriana Granja Rodríguez \*\*\*\*\*  
Didier Yagüará \*\*\*\*\*

### RESUMEN

El propósito de la investigación se centró tanto en la evaluación como en la comparación de materiales filtrantes convencionales y no convencionales en sistemas percoladores de aguas residuales. Para ello se realizaron ensayos, en un módulo experimental, sobre el cuerpo hídrico superficial de la quebrada Padre Jesús, en Bogotá D.C. La evaluación se realizó considerando los parámetros físico-químicos de calidad del efluente (en especial el comportamiento de la DQO y la conformación de biofilm).

### Palabras clave:

Filtros percoladores, DBO<sub>5</sub>, DQO, WQI, aguas residuales, materiales filtrantes.

### ABSTRACT

The intention of the investigation was centered in the evaluation and comparison of conventional and non conventional filter materials in percolators residual water filters, for which tests were made in a modulate experimental on the superficial hydric body of the river Padre Jesus in Bogotá

- 1 Proyecto de investigación del grupo Progas, adscrito a la Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas - gservis@udistrital.edu.co.
- \*\* Ingeniero Forestal. Director del Grupo de Investigación Progas de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- \*\*\* Ingeniera Química. Coinvestigadora. Profesora de Calidad de Aguas. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- \*\*\*\* Microbióloga Industrial. Coinvestigadora. Profesora de Residuos Líquidos. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- \*\*\*\*\* Coinvestigador. Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos y Tecnología en Saneamiento Ambiental.
- \*\*\*\*\* Coinvestigador. Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos y Tecnología en Saneamiento Ambiental.
- \*\*\*\*\* Coinvestigador. Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos y Tecnología en Saneamiento Ambiental.
- \*\*\*\*\* Coinvestigador. Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos y Tecnología en Saneamiento Ambiental.

## Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio

F. Solla-Gullón<sup>1</sup>, R. Rodríguez-Soalleiro<sup>1</sup>, A. Merino<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Dpto. de Producción Vegetal

<sup>2</sup> Dpto. de Edafología y Química Agrícola

Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

amerino@lugo.usc.es

### RESUMEN

El objetivo del presente fue evaluar las posibilidades del empleo de cenizas de corteza procedentes de las industrias madereras como enmendante de la acidez y fertilizante de suelos ácidos. El experimento consistió en un ensayo en macetas, realizado en condiciones de fitotán, con aporte de dos dosis de cenizas (equivalentes a 10 y 30 Mg ha<sup>-1</sup>) a un suelo forestal (pH<sub>CaCl2</sub>: 3,7; materia orgánica: 6,5 %) con o sin aporte de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Las respuestas se compararon con el suelo sin ningún tratamiento. Para comprobar la respuesta del suelo y la vegetación, se siguió durante 2 meses la evolución de la composición de los lixiviados resultantes; al final de este período se evaluaron las modificaciones en las propiedades de los suelos, producción y estado nutricional del cultivo seleccionado (*Avena sativa*). El aporte de cenizas produjo un aumento del pH del suelo, lo que derivó en una disminución del Al en disolución. El incremento del pH producido por la ceniza sólo derivó en aumentos de la nitrificación cuando el suelo recibió NH<sub>4</sub>. La fracción sólida del suelo también experimentó incrementos de las concentraciones de P, Ca y Mg en formas asimilables. El aporte de cenizas incrementó las concentraciones de Ca y Mg en la planta, lo que produjo aumentos proporcionales de la producción.

**PALABRAS CLAVE:** Fertilidad del suelo  
*Avena sativa*

### INTRODUCCIÓN

Las cenizas se obtienen por la combustión de madera o corteza de madera en diferentes industrias de fabricación de tableros y pasta de papel para la obtención de energía. Las elevadas cantidades de este residuo y el coste que representa su almacenaje ha suscitado un interés en la búsqueda de alternativas.

\* Autor para correspondencia  
Recibido: 16-11-00  
Aceptado para su publicación: 16-5-01