



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

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

**TEMA:**

---

---

ANÁLISIS DE LA TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL “CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA CÍA. LTDA.” UBICADA EN LA COMUNIDAD DE YAYULIHUI, DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

---

---

**AUTOR: ALEX WILFRIDO ESCOBAR MIRANDA**

**TUTOR: ING. MG. FABIÁN MORALES FIALLOS**

**Ambato – Ecuador**

**2017**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos certifico que la presente tesis de grado “ANÁLISIS DE LA TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL “CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA CÍA. LTDA.” UBICADA EN LA COMUNIDAD DE YAYULIHUI, DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”, realizado por el Sr. Alex Wilfrido Escobar Miranda Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, 20 de Octubre del 2017

---

Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Alex Wilfrido Escobar Miranda, con CI. 180422062-0 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental con el tema:

**“ANÁLISIS DE LA TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL “CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA CÍA. LTDA.” UBICADA EN LA COMUNIDAD DE YAYULIHUI, DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”,**  
es de mi completa autoría.

Ambato, 20 de Octubre del 2017

---

### **AUTOR**

Alex Wilfrido Escobar Miranda

CI: 180422062-0

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

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

Ambato, 20 de Octubre del 2017

---

**AUTOR**

Alex Wilfrido Escobar Miranda

CI: 180422062-0

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de Investigación, sobre el tema: **“ANÁLISIS DE LA TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL “CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA CÍA. LTDA.” UBICADA EN LA COMUNIDAD DE YAYULIHUI, DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”** realizado por Alex Wilfrido Escobar Miranda, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

---

Ing. MSc. Dilon Moya  
PROFESOR CALIFICADOR

---

Ing. Mg. Lenin Maldonado  
PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico primordialmente a Dios por haberme proporcionado la salud, la vida por guiarme en cada paso que doy, por darme la sabiduría para poder seguir mi meta planteada.

A mis padres Wilfrido Escobar y Elsia Miranda por haberme dado la vida, por darme su apoyo incondicional en cada cosa que he incursionado, inculcándome valores de responsabilidad y sobre todo humildad, por creer en mí que con esfuerzo, dedicación y con la bendición de Dios todo se puede lograr.

A mi esposa María Fernanda Salazar por ser mi compañera de vida y un pilar fundamental junto con mis hijas Kristhel y Zoe gracias por ser la fuerza más importante y por quienes me esfuerzo.

A mis hermanas Melisa, Salome y a mi cuñado Juan Carlos Chimbo que es como mi hermano mayor, que siempre están conmigo compartiendo una sonrisa, animándome y llenando mi vida de alegría. Espero ser un ejemplo para ustedes.

A toda mi familia tíos, primos, cunados, suegros y amigos por ser parte de mi vida personal y que siempre han estado conmigo aconsejándome, dándome ánimos y brindándome su apoyo constantemente.

**Alex**

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente proyecto de investigación agradezco a Dios por darme la perseverancia, entendimiento, la capacidad para poder realizar el proyecto de investigación y culminar con esta importante etapa de mi vida.

A mi familia por brindarme su apoyo, cariño para no rendirme en mi meta planteada, por estar conmigo en este duro trayecto a lo largo de mi carrera profesional por ser mis guías, modelos y ejemplo a seguir en mi vida.

Agradezco al Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos que con su experiencia a lo largo de su vida profesional supo brindarme su ayuda, esfuerzo, tiempo y apoyo en todo este proceso de graduación el cual contribuyo al desarrollo y culminación de mi proyecto de investigación.

A la Universidad Técnica de Ambato, la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a sus docentes y a todas aquellas personas que pusieron un granito de arena contribuyeron a formarme como profesional por medio de sus enseñanzas y amistad brindada.

**Alex**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	i
AUTORÍA DEL TRABAJO .....	ii
DERECHOS DE AUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL .....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO II .....	5
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	5
2.1.1 Biofiltración .....	5
2.1.2 Filtración Biológica .....	5
2.1.3. Adsorción y absorción .....	5
2.1.4 Turba.....	6
2.1.4.1 Tipos de turba.....	7
2.1.4.2 Propiedades de la turba .....	7
2.1.4.2.1 Características físicas .....	7
2.1.4.2.2 Características químicas .....	8
2.1.4.3 Aplicaciones y usos de la turba.....	8
2.1.5 Centro de faenamiento .....	8
2.1.6 Normas ambientales de Tulsma .....	9
2.1.7 Sistema de drenaje de aguas residuales .....	10

2.1.7.1 Aguas residuales.....	10
2.1.7.2 Origen de aguas residuales de los centros de faenamiento .....	11
2.1.7.3 Instalaciones .....	12
2.1.7.4 Tratamientos.....	12
2.2 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE HIPÓTESIS.....	14
2.3 HIPÓTESIS .....	15
CAPÍTULO III.....	16
METODOLOGÍA .....	16
3.1 NIVEL O TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.1.1 Tipos de nivel.....	16
3.1.1.1 Investigación bibliográfica.....	16
3.1.1.2 Investigación de campo.....	16
3.1.1.3 Investigación de laboratorio.....	17
3.1.2 Tipos de investigación .....	17
3.1.2.1 Exploratorio.....	17
3.1.2.2 Descriptivo .....	17
3.2 Población y muestra .....	18
3.3 Operacionalización de variables.....	20
3.4 Plan de recolección de información .....	22
3.5 Plan de procesamiento y análisis .....	23
3.5.1. Ubicación y lugar de estudio .....	23
3.5.2. Materiales a usarse para la estructura del filtro .....	24
3.5.2.1. Detalle del material filtrante a usarse.....	25
3.5.2.2. Descripción y función del filtro .....	25
3.5.3. Esquema del prototipo filtro .....	26
3.5.4. Costo del filtro .....	30
CAPÍTULO IV.....	31
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	31
4.1. Recolección de datos .....	31
4.1.1. Análisis de caudal medio diario del centro de faenamiento .....	31
4.1.1.1 Cálculo de Caudal Máximo que consume los aparatos sanitarios de la industria de faenamiento .....	33
4.1.1.2 Caudal medio diario .....	34

4.1.1.3 Caudal empleado para el proceso de faenamiento .....	34
4.2. Resultado de análisis de agua residual filtrada .....	35
4.3. Análisis comparativo de los resultados referentes a la legislación Ecuatoriana .....	39
4.3.1. Gráficos de análisis de aguas residuales por parámetro .....	40
4.3.2 EFICIENCIA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO .....	45
4.3.3 EFICIENCIA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO .....	46
4.3.4 EFICIENCIA ACEITES Y GRASAS. ....	47
4.4. Verificación de hipótesis .....	47
CAPÍTULO V .....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
5.1. Conclusiones .....	48
5.2. Recomendaciones .....	49
Bibliografía .....	50
ANEXOS .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Turba.....	6
Figura 2. Flujograma de Aguas residuales de faenamiento .....	11
Figura 5. Ubicación Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda. ....	23
Figura 6. Imagen de la planta de faenamiento .....	23
Figura 7. Vista superior del recipiente filtro .....	26
Figura 8. Vista lateral del recipiente filtro .....	27
Figura 9. Vista Frontal de estructura del recipiente filtro .....	27
Figura 10. Estructura metálica de soporte.....	28
Figura 11. Estructura del prototipo filtro .....	28
Figura 12. Tanque 55 galones de capacidad. ....	29
Figura 13. Llave compuerta. ....	29
Figura 14. Tubería para distribución de agua residual.....	29
Figura 15. Tubería de conexión tanque- filtro .....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas de la turba .....	7
Tabla 2. Características químicas de la turba.....	8
Tabla 3. Norma ambiental TULSMA .....	9
Tabla 4. Variable Independiente .....	20
Tabla 5. Variable Dependiente.....	21
Tabla 6. Recolección de Información .....	22
Tabla 7. Costo del filtro .....	30
Tabla 8. Determinación de caudal medio diario .....	32
Tabla 9 Determinación del caudal medio diario aparatos sanitarios.....	33
Tabla 10. Análisis de agua cruda día 0 .....	35
Tabla 11. Análisis de agua tratada por el filtro día 34 .....	35
Tabla 12. Análisis de agua tratada por el filtro día 41 .....	36
Tabla 13. Análisis de agua tratada por el filtro día 48 .....	36
Tabla 14. Análisis de agua tratada por el filtro día 55 .....	36
Tabla 15. Análisis de agua tratada por el filtro día 62 .....	37
Tabla 16. Análisis de agua tratada por el filtro día 69 .....	37
Tabla 17. Análisis de agua tratada por el filtro día 76 .....	37
Tabla 18. Análisis de agua tratada por el filtro día 83 .....	38
Tabla 19. Análisis de agua tratada por el filtro día 90 .....	38
Tabla 20. Cuadro de monitoreo del proceso de filtración de aguas residuales del centro de faenamiento Ocaña. ....	39
Tabla 21. Análisis físico - químico de DBO <sub>5</sub> , 10 muestras. ....	40
Tabla 22. Análisis físico - químico de DQO, 10 muestras. ....	41
Tabla 23. Análisis físico - químico de Aceites y grasas, 10 muestras. ....	42
Tabla 24. Análisis químico de DBO <sub>5</sub> , DQO, Aceites y grasas, 10 muestras. ....	43

## RESUMEN EJECUTIVO

**Tema:** ANÁLISIS DE LA TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL “CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA CÍA. LTDA.” UBICADA EN LA COMUNIDAD DE YAYULIHUI, DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**Autor:** Alex Wilfrido Escobar Miranda

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

El presente trabajo experimental se realizó para conocer la reducción de los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Aceites y Grasas del filtro elaborado con material orgánico (turba) en el “Centro De Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.”

El diseño experimental se realizó en el laboratorio y campo obteniendo como datos principales que el monitoreo del agua residual en 90 días es de  $2.443 m^3$ . y que para las 10 muestras el agua residual filtrada es  $10m^3$ .

En la estructura se ubica un tanque elevado de una capacidad de 55 galones, que almacena el agua residual proveniente del faenamiento de las reses, con un caudal determinado de  $Q=0,105$  lt/sg, por medio de la tubería de  $\frac{1}{2}$ ” en PVC. Los residuos son eliminados y evacuados por el área libre bajo los 3 centímetros de la bandeja de decantación.

Los resultados obtenidos muestra que el ( $DBO_5$ ) en la primera filtración fue 62,01% de nivel de eficiencia y en la muestra 10 un valor de eficiencia de 64,13%. El (DQO), en la primera filtración se obtuvo una eficiencia de 66,28% en la muestra 10 se obtiene un valor de eficiencia de 68,33% relacionado con aceites y grasas indica que el valor de eficiencia va desde un 71,92% para la muestra 2 hasta un valor de 88,00%, entonces se puede decir que existió reducción en los parámetros de descontaminación, por lo tanto el filtro elaborado con turba provee de una remoción de contaminantes considerable.

## ABSTRACT

**Topic:** ANALYSIS OF THE RABBLE AS FILTER IN THE WASTES WATER TREATMENT OF ORIGINATED FROM THE “OCAÑA CÍA. LTDA. SLAUGHTER CENTER” LOCATED IN THE YAYULIHUI COMMUNITY, OF CANTON QUERO, PROVINCE OF TUNGURAHUA.

**Author:** Alex Wilfrido Escobar Miranda

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

The present experimental work was realized to know the reduction of the parameters of Biochemical Oxygen Demand (DBO5), Chemical Oxygen Demand (DQO) and Oils and Fats, the filter prepared with organic material (rabble) in the “Ocaña Cía. Ltda. Slaughter Center”

The experimental design realized in the laboratory and field obtaining like main information that the monitoring of the waste water in 90 days is 2.443 and that for 10 samples the waste water leaked is.

In the structure there is located a high tank of a 55 gallons capacity, which stores the waste water originated from the slaughter of the animals, with a certain wealth of  $Q=0,105$  lt/sg, by means of the tubes of  $\frac{1}{2}$ ”in PVC. The residues are eliminated and evacuated by the free area under 3 centimeters of the salver of decanting.

The results it shows that the (DBO5) in the first filtration was a 62,01 % of level of efficiency and in the sample 10 a value of efficiency of 64,13 %. The (DQO), in the first filtration an efficiency of 66,28 % was obtained in the sample 10 obtains a value of efficiency of 68,33 % related to oils and fats indicates that the value of efficiency goes from 71,92 % for the sample 2 up to a value of 88,00 %, then it is possible to be said that reduction existed in the decontamination parameters, therefore the filter prepared with rabble provides of a considerable pollutants removal.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

ANÁLISIS DE LA TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL “CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑACIA. LTDA.” UBICADA EN LA COMUNIDAD DE YAYULIHUI, DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

### **1.2 ANTECEDENTES**

Gran parte de las aguas residuales industriales a nivel mundial, son vertidos sin tratamiento alguno” [1], teniendo como los contaminantes más significativos del agua: microbios patógenos, nutrientes, sustancias que consumen el oxígeno del agua, metales pesados y materia orgánica persistente, así como también los sedimentos en suspensión y pesticidas, los cuales son provenientes de fuentes difusas [2].

Las aguas residuales son líquidos que se han utilizado en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios)” [3]. Generalmente las aguas residuales suelen clasificarse como: Aguas residuales municipales que son residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal y aguas residuales industriales. Con la ausencia de un sistema de tratamiento apropiado, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo para la salud humana, la ecología y los animales [4]. La meta del tratamiento de las aguas residuales mediante una planta de tratamiento u otro proceso tiene por objeto reducir la cantidad de microorganismos existentes dentro del efluente.

La calidad y la cantidad de agua procedente de fuentes de aguas superficiales y subterráneas, se ven influenciadas por la geografía, el clima y las actividades humanas [5], normalmente se pueden utilizar con poco o ningún tratamiento, la mayor parte del agua se emplea en riegos agrícolas, como medio en ciertos procesos industriales y para transportar desechos domésticos e industriales[6], verificándose la cantidad de oxígeno en un volumen unitario de agua durante el proceso biológico de la degradación de la materia orgánica.

Tanto en Latinoamérica como en nuestro país, para [7] existen carencias técnico sanitarias en el procesamiento de cárnicos, siendo esta una industria que genera gran cantidad de contaminantes por los desechos que se producen durante su proceso como son: sangre, contenido rumiar, estiércol y agua, estos desechos deberían tener un tratamiento adecuado de sus aguas residuales de forma óptima antes de ser descargados al medio ambiente [8]. Ecuador cuenta con una población aproximada de 4,5 millones de bovinos distribuidos en todo el territorio nacional, y con más de 200 mataderos, mismos que en su mayoría están siendo administrados por los municipios y en otros casos de manera privada.

Además, el contenido de grasas y aceites en los residuos del faenamiento, debe ser considerado para su manipulación y tratamiento hasta la disposición final [9]. Así mismo, al aceite y la grasa se les concede especial atención por su escasa solubilidad en el agua y su tendencia a separarse de la fase acuosa, a pesar de que estas características son una ventaja para facilitar la separación del aceite y la grasa mediante el uso de sistemas de flotación, su presencia complica el transporte de los residuos por las tuberías, su eliminación en unidades de tratamiento biológico y su disposición en las aguas receptoras [10].

Los residuos de la industria del empaque de carnes, especialmente mataderos, disminuyen severamente la capacidad de transporte de las alcantarillas” [11]; estas situaciones han servido como base para establecer normas y reglamentos que controlan la descarga de los materiales grasos a los sistemas de alcantarillado o a las aguas receptoras, y han obligado a las instalaciones de equipo de tratamiento en muchas industrias para recuperar la grasa o el aceite antes de que se autorice el

desagüe [12], utilizar técnicas permite gestionar los residuos y disminuir el impacto ambiental, al apartar las aguas utilizadas en los procesos de faenamiento, limpieza y desinfección.

Para realizar un tratamiento a las aguas residuales provenientes de la industria de faenamiento se utilizará un biofiltro que es “un tratamiento aeróbico de cultivo fijo que se emplea normalmente para eliminar la materia orgánica que se encuentra en el agua residual municipal o industrial” [13]. El biofiltro consiste en un lecho formado por un medio permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual percola el agua residual. Antiguamente, el medio filtrante estaba compuesto por piedras o diferentes materiales de relleno, esto presentaba diversos inconvenientes operativos como taponamientos, bajos rendimientos, estructura soporte robusta y costosa entre otros. La materia orgánica se degrada por la acción de la población de microorganismos adherida al medio, en la cual la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es adsorbida en la película biológica, en cuyas capas externas se degrada bajo la acción de los microorganismos aeróbicos [14]. Cuando los microorganismos crecen, aumenta el espesor de la película, y el oxígeno se consume antes de que pueda penetrar en todo el espesor. Por lo tanto, en la proximidad de la superficie del manto, se crea un ambiente anaeróbico.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la provincia de Tungurahua, cantón Quero, Comunidad de Yayulihui existe el Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda., el cual se dedica al proceso de faenamiento de productos cárnicos de manera privada, se debe realizar un proceso de tratamiento de las aguas residuales provenientes del proceso de faenamiento previo a su vertido en el alcantarillado público, para garantizar que el consumidor tenga un producto cárnico con condiciones de higiene y salubridad, así como también cuente con las condiciones para no afectar el medio ambiente con la finalidad de conservar el agua que es un recurso no renovable.

El presente trabajo experimental busca efectuar un análisis de la turba como filtro en el tratamiento de aguas residuales, el mismo que buscará ser una alternativa para el

tratamiento y mejora del agua provenientes del “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” ubicada en la Comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua.

La turba es un material orgánico, de color pardo oscuro, rico en carbono, permeable y medio absorbente que sirve para filtrar el agua residual proveniente del proceso de mercadeo agrícola, así como sustrato en el tratamiento biológico y para reducir la concentración de nitrógeno, fósforo, metales, compuestos orgánicos que confieren olores y pesticidas. Las tasas de carga hidráulica para estos filtros son similares a las utilizadas por los filtros intermitentes de arena [15].

## **1.4 OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar la turba como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” Ubicada en la Comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua.

### **Objetivos específicos**

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico del “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” Ubicada en la Comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en el “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” Ubicada en la Comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBOs y DQO) aceites y grasas de las aguas residuales provenientes de Camales; en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la turba puede ser utilizado como material filtrante en el pre tratamiento de las aguas residuales provenientes camales.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

##### 2.1.1 Biofiltración

La biofiltración para [16] resulta del uso de materiales para filtración biológicos o derivados de materia biodegradable, que permite la depuración de aguas residuales provenientes de diversos usos industriales, domesticas, textileras y mataderos.

##### 2.1.2 Filtración Biológica

El filtro biológico [17] es un sistema mixto anaerobio y aerobio no forzado para la depuración de las aguas residuales. El filtro biológico para aguas residuales se compone de una sedimentación primaria con digestión anaerobia de fangos, seguido de un tratamiento mediante un filtro biológico. El rendimiento de depuración está entorno al 80% - 90%. Sugiere [18] que es ideal para tratar las aguas en instalaciones en las que no precise gran calidad de vertido. El resultado del proceso es un agua no apta para riego ni vertido a cauce público.

##### 2.1.3. Adsorción y absorción

La **Adsorción** [19] es la remoción, por adherencia, de las impurezas (líquidos, gases, materia suspendida, coloides, moléculas, átomos) de la sustancia en la superficie (que incluye los poros o superficie interna) del sorvente ( interfase entre las dos fases).

Mientras que la **absorción** [20] se utiliza para eliminar uno o varios componentes de una corriente líquida o gaseosa. Según la naturaleza del componente gaseoso a separar, tiene que emplearse un disolvente que disuelva selectivamente dicho componente. En este caso, selectivamente significa que el disolvente absorbe principalmente el o los componentes a separar, y no el gas portador. Presiones elevadas y temperaturas bajas favorecen la absorción.

#### **2.1.4 Turba**

La turba es reconocida por poseer una combinación de sustancias químicas y propiedades físicas, tal como la absorción, adsorción y decoloración que ayudan en la remoción de contaminantes. Según [22] la turba tiene un área superficial  $> 200 \text{ m}^2/\text{g}$  y una porosidad de 95%; estas propiedades junto con la adsorción, le conceden la capacidad de ser utilizada como soporte para la formación de bio-película donde puede ocurrir la degradación microbiana. La turba es un nombre genérico que se aplica a diversos materiales que proceden de la descomposición de vegetales, dependiendo su naturaleza del origen botánico y de las condiciones climáticas predominantes durante su formación, que a su vez indica el estado de descomposición de dichos materiales.



**Figura 1. Turba**

**Fuente:** <http://www.enbuenasmanos.com/la-turba>

#### 2.1.4.1 Tipos de turba

En condiciones climáticas de frío extremo, baja evaporación, elevada pluviometría, bajos índices de radiación solar y temperaturas estivales suaves, condiciones estas, que unidas al lavado frecuente por exceso de lluvia, originan un bajo contenido en nutrientes y pH ácidos, como consecuencia del lavado del Calcio; en estos suelos pobres en bases, se desarrollan especies poco exigentes, como el *Sphagnum spp.*, *Eriophorum* y *vaginatum* [23]. Parece que no hay ningún microorganismo capaz de descomponer el Spagnol (sustancia de los musgos parecida a la lignina), por lo que la estructura principal de las plantas que forman la turba queda inalterada. Forman una gruesa pared en forma de anillos, espirales o placas, que evitan el colapso sobre si mismos cuando se secan [24]. Este tipo de turbas son conocidas normalmente como turbas altas o rubias, las turbas negras se forman en zonas bajas, ricas en bases (por lo tanto con un pH más alto) y están más descompuestas por lo que su color es más oscuro.

#### 2.1.4.2 Propiedades de la turba

La propiedad más importante de la turba serían la elevada Capacidad de Intercambio Catiónico, el pH varía entre el 3 a 4 de la rubia y entre 7.5 y 8 de la negra (esta es una de las razones para la mezcla), gran capacidad de retención de agua, espacio poroso total elevado [25], lo que permite una buena circulación de aire y facilidad para la extracción de agua por parte de las raíces de las plantas.

##### 2.1.4.2.1 Características físicas

**Tabla 1. Características físicas de la turba**

<b>Contenido de humedad</b>	40% a 55%
<b>Densidad</b>	0.12 a 0.5 g/cm <sup>3</sup>
<b>Capacidad de absorción hídrica</b>	10 veces su peso seco

Fuente: [26]

Elaborado por: Alex Escobar

En algunos casos y dadas las propiedades físicas, las turbas utilizadas como sustratos se enriquecen con pequeñas cantidades de nutrientes.

#### **2.1.4.2 Características químicas**

La calidad de una turba se puede medir por el grado de acidez y su contenido en cal (CaO).

**Tabla 2. Características químicas de la turba**

pH	3.2 a 4
Materia orgánica	85 a 94%
Cenizas	2 a 6%
Nitrógeno	0.6 a 2 mg/L
Calcio	6.4 a 9.6 mg/L
Magnesio	4.3 a 9.6 mg/L
Potasio	3 a 5 mg/L
Sodio	11 a 15 mg/L

**Fuente:** [26]

**Elaborado por:** Alex Escobar

#### **2.1.4.3 Aplicaciones y usos de la turba**

La turba según [27] se puede utilizar como sustratos de semillero y deben estar compuestas por turbas fibricas finas poco descompuestas para la aireación, sustratos para macetas y contenedores las características de la turba deben ser mezcladas con componentes minerales, además se usa para el acondicionamiento y mejora de jardines y como filtros para aguas por ser un material orgánico de costo bajo.

#### **2.1.5 Centro de faenamamiento**

El centro de faenamamiento es el lugar de matanza o sacrificio de ganado para el consumo humano, en la industria alimentaria moderna, específicamente en la industria cárnica, la matanza o sacrificio de ganado se produce en un proceso ordenado sanitariamente con el objeto de obtener su carne en condiciones óptimas

[30]. Se debe llevar a cabo siguiendo las normas sanitarias que fijen las autoridades y bajo la responsabilidad del establecimiento donde se realiza.

### 2.1.6 Normas ambientales de Tulsma

La norma ambiental Libro VI Del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, la tabla de los parámetros muestran el monitoreo de descargas industriales como caudal, DBO, DQO, SST, SAAM, Grasas y aceites, Fenoles, Residuos de ingredientes activos de plaguicidas, Nitrógeno Total (N), Fósforo Total (P), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Color

Para la investigación se utilizarán tres parámetros que se muestran a continuación:

**Tabla 3. Norma ambiental TULSMA**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mgO2/l	500
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70

**Fuente:** [21]

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** según [31] mide la relación de la materia orgánica soluble a la materia orgánica suspendida, los sólidos sedimentables, los flotables, la presencia de hierro en su forma oxidada o reducida.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO):** para [31] es el método tradicional que reemplaza a los microorganismos y su uso del oxígeno con el uso de un reactivo oxidante fuerte, el dicromato de potasio en ácido sulfúrico y a alta temperatura.

**Aceites y grasas:** manifiesta que [32], el aceite y las grasas no disponen de una composición que permita su biodegradación si no se dosifican productos químicos o

se mezclan con otros residuos, de manera que los microorganismos hallen todos los nutrientes que necesitan para su crecimiento. Además el proceso biológico no soporta bien fluctuaciones en el caudal o en la carga de entrada.

### **2.1.7 Sistema de drenaje de aguas residuales**

El establecimiento debe disponer de desagües y canaletas, las cuales deben estar provistas de rejillas que sean desmontables para realizar la limpieza. Las canaletas o sistema de drenaje deben limpiarse frecuentemente con agua a chorro y de manera profunda al terminar cada jornada de trabajo. Los drenajes del área donde se desarrolla la actividad de faenado debe estar conectada a una red interna de alcantarillado independiente de la red de los servicios higiénicos [33].

Por la naturaleza de los procesos de esta actividad existe la posibilidad que las aguas residuales pueden contener sólidos y/o grasas, siendo para ello necesario la instalación de trampas de grasas para impedir que sean descargadas al sistema de alcantarillado por lo cual las canaletas deben contar con trampas de grasa y estar cubiertas con rejillas metálicas desmontables, estar limpias y en constante estado de mantenimiento, las mismas que deben tener una pendiente del 2% [34].

#### **2.1.7.1 Aguas residuales**

Los Líquidos Residuales derivan directamente de la fabricación de todo tipo de productos. Consisten en disoluciones acuosas a distinta concentración de los productos empleados en el proceso productivo. Es imprescindible el tratamiento de esta agua previo a su vertido debido al poder contaminante que tienen, variable según concentraciones de los agentes contaminantes [35].

La prevención y contención de los desechos de la carne y de los subproductos es una necesidad económica y de higiene pública. Según [36] La principal fuente de contaminación se encuentra en las aguas residuales de los mataderos que incluyen heces y orina, sangre, pelusa, lavazas y residuos de la carne y grasas de las canales, los suelos, los utensilios, alimentos no digeridos por los intestinos, las tripas de los

animales sacrificados y a veces vapor condensado procedente del tratamiento de los despojos [37].

### 2.1.7.2 Origen de aguas residuales de los centros de faenamiento

Los corrales o establos agregados a los mataderos suelen estar proporcionados de canales de captación pavimentados y cubiertos. La evaluación del volumen de agua necesaria para convertir a un animal en carne depende del grado de tratamiento de los subproductos que se lleva a cabo en los locales. En el extremo inferior de la escala se utiliza la cifra de 1700 litros de agua por res procesada como pauta, con un aumento del 25 por ciento si se lleva a cabo el tratamiento de los productos no comestibles. La demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales podría girar en torno a las 1500 ppm que es la unidad de concentración [38]. Estos niveles medios parten del supuesto de una recuperación máxima de los desechos en la fuente mediante una eficaz administración y la recuperación de subproductos.



**Figura 2. Flujoograma de Aguas residuales de faenamiento**

**Fuente:** [38]

Las actividades enunciadas más arriba son los procesos primarios realizados en los mataderos a los que se añade quizá las operaciones de tratamiento de subproductos que contribuyen a la carga de aguas residuales, según [38] algunas plantas utilizan parte de la sangre para incorporarla a su harina de carne y venden o regalan la restante. Esto reducirá sustancialmente la demanda de oxígeno y colorantes de las aguas residuales descargadas en el alcantarillado, además el estiércol de las vísceras se suele segregarse de los desechos líquidos y se añade al estiércol de los corrales para la preparación de compostes, por separado. Una eliminación por separado del estiércol de las vísceras reduce materialmente la cantidad de sólidos sedimentables en las aguas residuales que entran en las alcantarillas.

### ***2.1.7.3 Instalaciones***

Los establecimientos dedicados al faenamiento deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos: - Mantenerse en buen estado de limpieza: Mantener buena iluminación y ventilación, estar abastecidos de agua potable en cantidad suficiente y con sistemas de desagüe, tener techos, paredes y pisos en buen estado de higiene y conservación, tener un área destinada a la disposición interna de los residuos sólidos[39]. Es fundamental que los materiales utilizados en las instalaciones no transmitan sustancias indeseables al producto, directa o indirectamente.

Por otra parte según [40] es necesario disponer de espacio suficiente, a fin de poder cumplir con todas las operaciones de faenado en el lugar adecuado, de acuerdo a la capacidad de animales a faenar y movimiento de personal. La estructura y el acabado de los establecimientos dedicados al faenamiento deben estar contruidos con material impermeable y duradero, de fácil limpieza y resistente a la acción de los roedores.

### ***2.1.7.4 Tratamientos***

Los tratamientos de agua residual por faenamiento están compuesto de la siguiente manera:

## **Sistemas de pre tratamiento**

Para [41] el pre tratamiento se procede a la eliminación de los sólidos de gran tamaño en el cual se emplean operaciones físicas como mecánicas. Las principales operaciones que pueden emplearse en función de la procedencia del agua residual a tratar, de su calidad o de los tratamientos posteriores son:

**Separación de grandes sólidos:** siempre que las aguas a tratar puedan contener sólidos de gran tamaño se emplea este sistema que consiste en un pozo situado a la entrada del colector que permita concentrar los sólidos y las arenas decantadas en una zona específica donde se puedan extraer de una forma eficaz [42].

**Desbaste:** Esta operación evita obstrucciones de partes posteriores de la instalación por la llegada masiva de grandes sólidos. Consiste en el uso de rejillas con distintas separaciones entre barrotes que permiten separar los sólidos según su tamaño [42].

**Tamizado:** Esta operación está indicada cuando las aguas residuales contienen grandes cantidades de sólidos flotantes o residuos. Se emplean tamices de distinto grosor [42].

**Desarenado:** permite eliminar partículas sólidas superiores a 200 micras que puedan ocasionar problemas de taponación de conducciones o bombas o abrasiones en los distintos equipos [43].

**Desaceitado-desengrasado:** Permite es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua, que puedan distorsionar los procesos de tratamiento posteriores. Se efectúan normalmente por insuflación de aire con el fin de desmenujar y aumentar la flotación de las grasa consiste en la separación física de las partículas más grandes que vengas en la corriente del agua de la planta [43].

## **Tratamiento primario**

En esta etapa del tratamiento se eliminan los sólidos en suspensión de las aguas a tratar empleándose para ello, distintos procesos físico-químicos. Estos sólidos pueden ser: sedimentables, flotantes o coloidales [44].

**Sedimentación:** Separación por gravedad que permite que las partículas más densas que el agua se depositen en el fondo del sedimentador [44].

**Flotación:** Se fundamenta en la diferencia de densidades y permite separar la materia sólida o líquida de menor densidad que la del fluido que asciende a la superficie [45].

**Coagulación:** si hay presencia de partículas de tamaño muy reducido se forman suspensiones coloidales, de gran estabilidad debido a las interacciones eléctricas entre las mismas, con una lenta velocidad de sedimentación [45].

**Filtración:** La filtración es una operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión. El medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable [45].

## **2.2 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE HIPÓTESIS**

**Variable independiente:**

Turba

**Variable dependiente:**

Aguas residuales

## 2.3 HIPÓTESIS

### **Hipótesis nula:**

$H_0$ = El filtro de turba usado en el “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” ubicada en la comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua ayudará a la disminución de los parámetros de descontaminación de Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), Demanda Química de Oxígeno (DQO), aceites y grasas.

### **Hipótesis alternativa:**

$H_1$ = El filtro de turba usado en el “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” ubicada en la comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua no ayudará a la disminución de los parámetros de descontaminación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), aceites y grasas.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 NIVEL O TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 Tipos de nivel.**

###### ***3.1.1.1 Investigación bibliográfica.***

La investigación bibliográfica se caracteriza por la utilización de los datos secundarios como fuente de información [46]. Para la recopilación de toda la información descrita en este documento se ha hecho uso de toda la información de libros, normas, manuales, leyes y documentos que nos suministren la recopilación necesaria y amplíen el nivel de conocimiento del investigador.

La investigación se realizará principalmente mediante el análisis de las Normas correspondientes al tratamiento de aguas residuales, con el objetivo de comparar los parámetros establecidos con los parámetros obtenidos.

###### ***3.1.1.2 Investigación de campo.***

La investigación de campo es la que se realiza directamente en el medio donde se presenta el fenómeno de estudio [46]. La recolección de información se realizará mediante observación directa en el campo de estudio, y con la toma de muestras necesarias para el análisis de los parámetros establecidos dentro de los objetivos de esta investigación.

Adicionalmente se utilizara como instrumento las herramientas computacionales, que nos permitirán un desarrollo más rápido de investigación, ya que este proyecto es de tipo experimental en función del diseño del filtro.

### ***3.1.1.3 Investigación de laboratorio.***

La investigación del laboratorio será utilizada porque se requiere de un análisis químico, para poder llegar a los resultados y parámetros de comparación entre la normativa y la cantidad de contaminantes antes y después del proceso de filtración. Se utilizará el laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato.

## **3.1.2 Tipos de investigación**

### ***3.1.2.1 Exploratorio***

El objetivo fundamental no es demostrar una hipótesis sino estudiar las técnicas, métodos y procedimientos que permiten identificar los elementos que intervienen en el planteamiento general de la problemática a solucionar[47]. Este estudio se basa principalmente en un proceso de filtración para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del proceso de faenamiento previo a su vertido en el alcantarillado público, para garantizar que el consumidor tenga un producto cárnico con condiciones de higiene y salubridad, así como también cuente con los escenarios para no afectar el medio ambiente con la finalidad de conservar el agua que es un recurso no renovable.

### ***3.1.2.2 Descriptivo***

Trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta [48]. Este estudio nos ayudara a buscar ser una alternativa para el tratamiento y mejora del agua provenientes del “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” ubicada en la Comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua, mediante la utilización de la turba como filtro en el tratamiento de aguas residuales.

## 3.2 Población y muestra

### Población

Cuando se vaya a realizar una investigación hay que tomar en cuenta las características principales a seleccionarse bajo el estudio del agua residual, para esto toda población va a depender de la cantidad de agua residual en función del tiempo y según condiciones establecidas acerca del funcionamiento de la industria [48].

La población es la cantidad de aguas residuales del “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” que va expresada en función de tiempo (días, semanas o meses), dependiendo de la facilidad con que se pueda obtener dicha información.

$$V_{AR} = \frac{x}{t}$$

$V_{AR}$  = Volumen agua residual (caudal medio diario)

x = cantidad de agua residual, va a ser directamente proporcional en función del tiempo.

T = tiempo (días, meses) – 90 días (tres meses).

### Desarrollo:

$$47.5 = \frac{x}{90}$$

$$x = 47.5 * 90 * 4/7$$

$$x = 2.443 \text{ m}^3$$

En el “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” Se trabajó para la investigación durante 90 días, con 10 muestras monitoreadas en cuatro días laborables desarrollada la formula se determinó que la cantidad de agua residual es de 2.443,00  $\text{m}^3$ .

## **Muestra.**

La muestra es un subconjunto exactamente representativo de la población, en el caso de esta investigación queda expresado como:

$$55 \text{ galones} * 4 \text{ días en funcionamiento} = 220 \text{ galones/semana}$$

$$220 \text{ gal/semana} * 12 \text{ semanas} = 2640 \text{ gal}$$

## **Transformación de galón a metros cúbicos**

$$\text{transformación} = 1 \text{ gal} * \frac{3.8 \text{ l}}{1 \text{ gal}} * \frac{1 \text{ dm}^3}{1 \text{ l}} * \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ dm}^3}$$

$$\text{transformación} = 3.8 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Por lo tanto para el cálculo de la muestra se obtuvo:

$$\text{Muestra} = 2640 (3.8 * 10^{-3} \text{ m}^3)$$

$$\text{Muestra} = 10 \text{ m}^3$$

La muestra de agua residual filtrada es  $10 \text{ m}^3$  durante el monitoreo de 90 días.

### 3.3 Operacionalización de variables

#### Turba

**Tabla 4. Variable Independiente**

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La turba es un material orgánico, de color pardo oscuro, rico en carbono, permeable y medio absorbente que sirve para filtrar el agua residual proveniente del proceso de mercadeo agrícola	Turba	Componentes	¿Cuáles son los componentes de la turba?	➤ Investigación Bibliográfica, De Laboratorio y Experimental
		Capacidad de filtración	¿Capacidad de filtración?	➤ Investigación Bibliográfica, De Laboratorio y Experimental

**Elaborado por:** Alex Escobar

## Aguas residuales

**Tabla 5. Variable Dependiente**

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS	E
Un bio-filtro es un tratamiento aeróbico de cultivo fijo que se emplea normalmente para eliminar la materia orgánica que se encuentra en el agua residual municipal o industrial, consiste en un lecho formado por un medio permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual se filtra el agua residual.	Filtro para el tratamiento de aguas residuales	Características de biodegradabilidad (DBO <sub>5</sub> y DQO) aceites y grasas de las aguas residuales	¿Cómo afecta la disminución de los contaminantes de las aguas residuales previo a su vertido en el alcantarillado público?	Investigación de laboratorio y experimental. Normas TULSMA	
		Dimensiones del filtro	¿Cómo se determina las dimensiones adecuadas del filtro?	Investigación de laboratorio experimental ➤ Calculo experimental.	

Elaborado por: Alex Escobar

### 3.4 Plan de recolección de información

**Tabla 6.** Recolección de Información

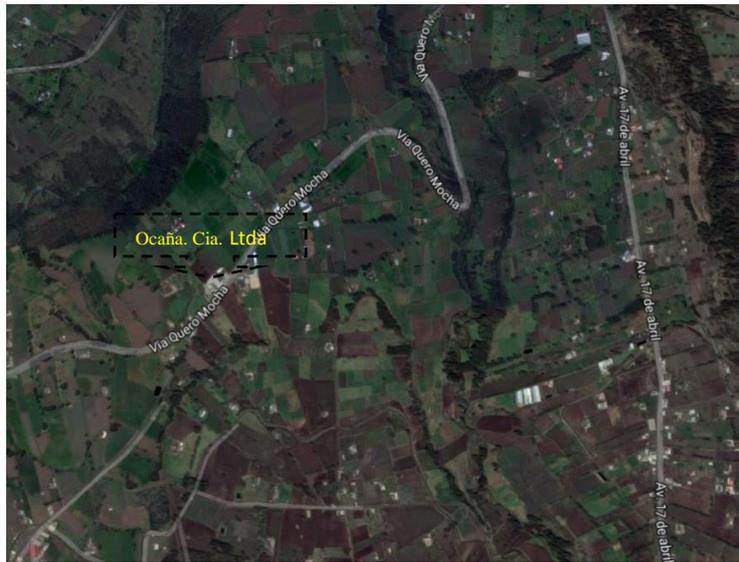
<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>¿Para qué?</b>	- Se investigará para analizar la disminución de los contaminantes de las aguas residuales previo a su vertido en el alcantarillado público.
<b>¿Qué evaluar?</b>	- La muestra filtrada será obtenida del Centro de Faenamiento.
<b>¿Sobre qué aspectos?</b>	- La turba será el material principal en el filtro lo cual dará un parámetro de aplicabilidad en el tratamiento de aguas residuales.
<b>¿Quién?</b>	- Escobar Miranda Alex Wilfrido
<b>¿Dónde?</b>	- Laboratorio de hidráulica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad
<b>¿Cómo?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Investigación Bibliográfica</li><li>- Normas INEN, ISO</li><li>- Ensayos de Laboratorio</li></ul>

**Elaborado por:** Alex Escobar

### 3.5 Plan de procesamiento y análisis

#### 3.5.1. Ubicación y lugar de estudio

El “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” está ubicado en la Comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua via Quero Mocha en el Km 6.5.



**Figura 3.** Ubicación Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.

Fuente: [29]



**Figura 4.** Imagen de la planta de faenamiento

Fuente: Planta de faenamiento

## **Descripción general del proceso**

El primer paso para el faenamiento de animales es:

**Recepción:** de los animales el cual de tener documentación de Guía de Movilización emitido por AGROCALIDAD, los animales son identificados, pesados y ubicados en los corrales, para cumplir con las medidas sanitarias de prevención, durante el tiempo que determine la ley,

**Corralaje:** en el que los animales son hidratados y pasan por un proceso de descanso y relajación muscular, se continúa con el proceso de arreo y duchado en donde cumplido los tiempos sanitarios y cancelados las tasa de servicio de faenamiento, los animales son sometidos a una higienización inicial.

**Noqueo e izado:** en la cual el animal es inestabilizado mediante una pistola neumática y colgado en un gancho adherido a una riel consecutivamente es desollado, eviscerado y fisurado

**Inspección veterinaria post mortem y proceso de higiene y desinfección:** donde se aplica agua a presión sobre superficies corporales para evitar posibles contaminaciones.

### **3.5.2. Materiales a usarse para la estructura del filtro**

El filtro planteado para este diseño experimental está compuesto de:

- Tanque 55 gal
- Recipientes plástico
- Llave de compuerta ½”
- Unión Flex ½”
- Manguera 40cm
- Codo Flex ½”

- Niple ½" x 2cm (1)
- Niple ½" x 6cm (2)
- Tee ½" (1)
- Codo ½" x 90° (1)
- Tapón ½"
- Acople herméticamente sellado ½"
- Bandeja de recolección tol galvanizado
- Turba
- Silicona
- Teflón

### ***3.5.2.1. Detalle del material filtrante a usarse***

Los materiales utilizados en la elaboración del filtro son los siguientes:

Turba: 25 kilos, con una duración de 30 días.

#### **Turba**

La turba es reconocida por poseer una combinación de sustancias químicas y propiedades físicas, tal como la absorción, adsorción y decoloración que ayudan en la remoción de contaminantes. Según [20] la turba tiene un área superficial  $> 200 \text{ m}^2/\text{g}$  y una porosidad de 95%; estas propiedades junto con la adsorción, le conceden la capacidad de ser utilizada como soporte para la formación de biopelícula donde puede ocurrir la degradación microbiana.

### ***3.5.2.2. Descripción y función del filtro***

La función principal del proceso de filtración es descontaminar las aguas residuales para enviar a la alcantarilla y preservar la conservación del medio ambiente, al eliminar los residuos contaminantes del agua del proceso de faenamiento el mismo que se realizó en base al aporte de (Maldonado, 2017)

### ***a) Parte 1 del Filtro***

En la estructura se ubica un tanque elevado de una capacidad de 55 galones, el mismo que almacena el agua residual proveniente del faenamiento de las reses, al abrir la llave calibramos el caudal determinado  $Q=0,105$  lt/sg, por medio de la tubería de ½” en PVC por gravedad se distribuye el agua al recipiente que contiene la turba a una altura de un metro, hacia el difusor para una buena distribución del agua residual al recipiente filtro.

### ***b) Parte 2 del Filtro***

El agua proveniente del tanque de 55 galones tiene un flujo constante que pasa por las capas de material filtrante, que es la turba. Los residuos son eliminados y evacuados por el área libre bajo los 3 centímetros de la bandeja de decantación.

Finalmente, al terminar el proceso de filtración se abre la llave para la recolección de las muestras del análisis respectivo de las aguas residuales de DBO5, DQO, aceites y grasas.

### **3.5.3. Esquema del prototipo filtro**

#### **Detalles generales del diseño del recipiente filtro**

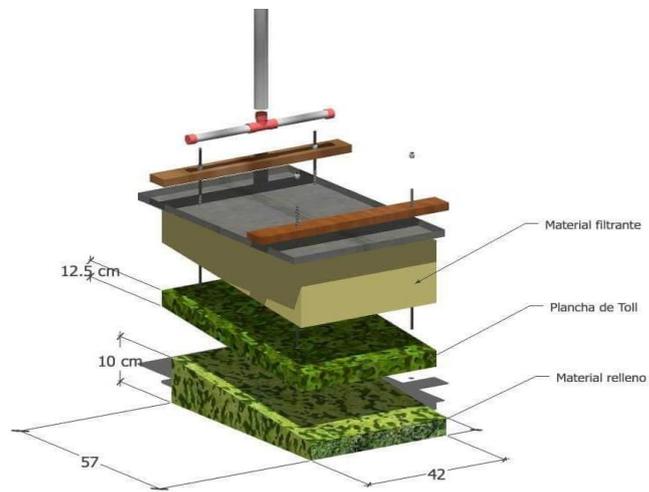


**Figura 5.** Vista superior del recipiente filtro

Elaborado por: Alex Escobar

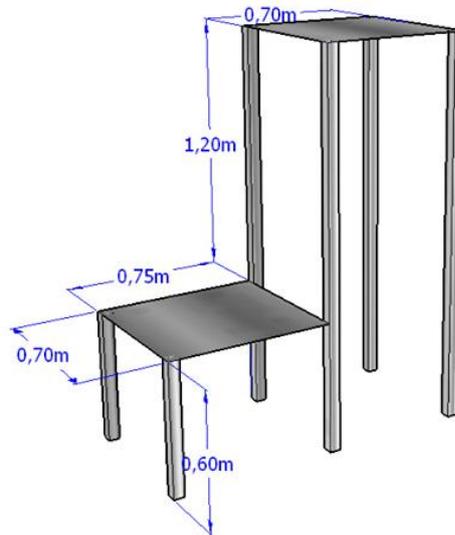


**Figura 6.** Vista lateral del recipiente filtro  
Elaborado por: Alex Escobar



**Figura 7.** Vista Frontal de estructura del recipiente filtro  
Elaborado por: Alex Escobar

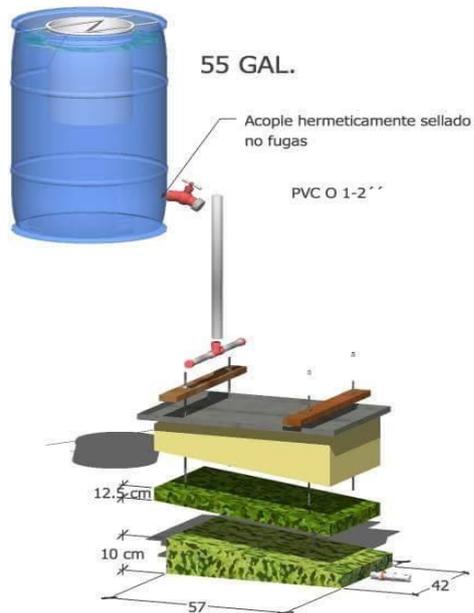
## Estructura metálica de soporte del prototipo



**Figura 8.** Estructura metálica de soporte

Elaborado por: Alex Escobar

## Estructuración por partes del filtro



**Figura 9.** Estructura del prototipo filtro

Elaborado por: Alex Escobar

**Tanque recipiente para aguas residuales.**



**Figura 10.** Tanque 55 galones de capacidad.

Elaborado por: Alex Escobar

**Llave compuerta que conduce el agua residual al filtro.**



**Figura 11.** Llave compuerta.

Elaborado por: Alex Escobar

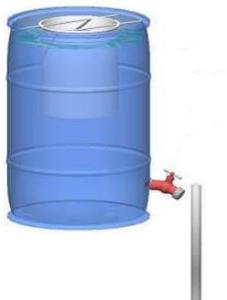
**Tubería PVC ½” para distribución de agua residual**



**Figura 12.** Tubería para distribución de agua residual.

Elaborado por: Alex Escobar

### Tubería de conexión tanque- filtro



**Figura 13.** Tubería de conexión tanque- filtro

Elaborado por: Alex Escobar

### 3.5.4. Costo del filtro

El costo del presente trabajo de investigación para la elaboración del filtro de turba es el siguiente:

**Tabla 7.** Costo del filtro

DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Recipiente de 55 gal	1	20,00	20,00
Recipientes plástico	1	18,00	18,00
Llave de compuerta 1/2"	1	6,55	6,55
Tubería PVC 1/2"	1	10,20	10,20
Adaptador 1/2"	1	1,25	1,25
Válvula bola hierro 1/2"	1	2,50	2,50
Unión Flex 1/2"	1	2,24	2,24
Neplo 1/2" x 2cm	2	0,35	0,70
Neplo 1/2" x 6cm	2	0,28	0,56
Codo 1/2" x 90°	1	0,55	0,55
Tapón 1/2"	2	0,25	0,50
Silicona	2	3,00	6,00
Teflon	1	0,30	0,30
Unión Tee 1/2"	1	0,60	0,60
Turba (50 kg)	1	40,00	40,00
Estructura Metálica de soporte para prototipo	1	50,00	50,00
<b>TOTAL</b>			<b>159,95 USD</b>

Elaborado por: Alex Escobar

Con el costo del filtro experimental se está en la capacidad de determinar la factibilidad económica del proyecto para que la planta pueda o no aplicar este sistema de descarga de aguas residuales analizando costos y gastos.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Recolección de datos**

El filtro está basado en un prototipo por diseño experimental en función de un tanque de 55 galones más un tercio del mismo por seguridad para evitar el vertido de las aguas residuales. Su construcción está basada en la utilización de materiales tradicionales y de fácil adquisición, persiguiendo como objetivo fundamental que las aguas residuales provenientes del Centro de Faenamiento sean vertidas de una manera tratada al alcantarillado público.

Se tomaron 10 muestras la primera de agua residual cruda del centro de faenamiento y las 9 muestras restantes 1 vez por semana mediante el filtro de turba durante 90 días.

##### **4.1.1. Análisis de caudal medio diario del Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.**

Como referencia para el presente estudio es importante conocer el caudal medio diario de la empresa con el fin de establecer si el filtro puede ser de ayuda en la descontaminación del agua, establecemos de la siguiente manera:

- ✓ **Lecturas del medidor de agua potable durante 8 días “Caudal Medio Diario”**

**Tabla 8.** Determinación de caudal medio diario

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>Determinación del Caudal Medio Diario Utilizado en el "Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda."</b> 					
<b>Realizado por :</b> Alex Escobar M.			<b>Medidor :</b> Volumétrico Qn 1,5 BAR METERS		
<b>Periodo :</b> 04/08/2017 HASTA 15/08/2017					
					<b>HOJA Nro. 01</b>
<b>DÍA</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>LECTURA</b>	<b>CONSUMO m3/d</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
VIERNES	04/08/2017	06H00	6905	52	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	6957		
DOMINGO	06/08/2017	06H00	6957	44	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	7001		
LUNES	07/08/2017	06H00	7001	47	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	7048		
MARTES	08/08/2017	06H00	7048	51	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	7099		
VIERNES	11/08/2017	06H00	7099	42	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	7141		
DOMINGO	13/08/2017	06H00	7141	50	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	7191		
LUNES	14/08/2017	06H00	7191	46	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	7237		
MARTES	15/08/2017	06H00	7237	48	FAENAMIENTO NORMAL
		13H00	7285		
<b>CAUDAL MEDIO DIARIO =</b>				<b>47,5</b>	<b>m3/d</b>

**Elaborado por:** Alex Escobar

#### 4.1.1.1 Cálculo de Caudal Máximo que consume los aparatos sanitarios de la industria de faenamiento

##### ✓ Cálculo del caudal diario que consumen los aparatos sanitarios

**Tabla 9** Determinación del caudal medio diario aparatos sanitarios.

NIVEL	USO	BLOQUE	TIPO APARATO SANITARIO	UNIDAD u	CAUDAL			
					METÓDO BRITANICO lt/sg	METÓDO ALEMAN lt/sg	METÓDO RACIONAL lt/sg	
2,4	CENTRO DE FAENAMIENTO	LATERAL DERECHA	INODORO					
			LAVAMANOS					
			URINARIO					
			LAVAPLATOS					
			RIEGO					
			OTRO	6	0,756	6,00	1,5	
<b>PARCIAL POR PISO</b>					<b>0,756</b>	<b>0,617</b>	<b>0,67</b>	
0,00	BAÑOS	POSTERIOR	INODORO	4	1,26	4,00	0,8	
			LAVAMANOS	6	0,756	6,00	0,6	
			URINARIO	2	0,252	2,00	0,2	
			LAVAPLATOS	5	0,63	5,00	1	
			RIEGO	3	0,378	3,00	0,75	
			OTRO	20	2,52	20,00	5	
			<b>PARCIAL POR PISO</b>					<b>5,796</b>
<b>TOTAL=</b>				46	<b>6,552</b>	<b>2,21</b>	<b>2,01</b>	
<b>CAUDAL CORREGIDO=</b>						<b>6,45</b>	<b>2,21</b>	<b>2,01</b>

**CONCLUSIÓN:** SE ASUME EL CAUDAL MÁXIMO GENERADO POR EL METODO RACIONAL EN VIRTUD DE ESTAR DENTRO DE LOS METODOS SEMI EMPIRICOS MÁS CERCANOS A LA GENERA DATOS DEMASIADO ALTO PARA ESTE TIPO DE EDIFICIOS, POR SU FRECUENCIA DE USO DE LOS MUEBLES SANITARIOS REALIDAD, DEBE INDICARSE QUE LOS METODOS PROBABILISITICOS COMO HUNTER O HUNTER MODIFICADO

**Elaborado por:** Alex Escobar

#### 4.1.1.2 Calculo del caudal medio diario

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

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

$$K_1 = 1,5$$

$$K_2 = 2,2$$

$$K = 1,5 * 2,2$$

$$K = 3,3$$

$$Q_{md} = \frac{2,01 \frac{lt}{seg}}{3,3}$$

$$Q_{md} = 0,61 \frac{lt}{seg}$$

$$Q_{md} = 0,61 \frac{lt}{seg} * \frac{86400seg}{m3} * \frac{1m3}{1000lt}$$

$$Q_{md} = 0,61 \frac{lt}{seg} * \frac{86,4m3}{24h}$$

$$Q_{md} = 2,19 \frac{m3}{dia}$$

#### 4.1.1.3 Caudal empleado para el proceso de faenamiento

$$Q_{Faenamiento} = Q_{Medidor} - Q_{md}$$

$$Q_{Faenamiento} = 47,5 \frac{m^3}{día} - 2,19 \frac{m^3}{día}$$

$$Q_{Faenamiento} = 45,31 \frac{m^3}{día}$$

*Caudal empleado en el faenamiento de reses*

#### 4.2. Resultado de análisis de agua residual filtrada

A continuación se detalla los análisis químicos de las muestras de agua residual filtrada realizada en los 90 días que permitieron comparar con el agua residual no filtrada, provenientes del centro de faenamiento Ocaña, en el proceso se realizó el cambio de material orgánico (turba) a los 30 días por la descomposición biodegradable del mismo:

**Tabla 10.** Análisis de agua cruda día 0

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	3410	N/A
DBO5	mgO2/l	STANDARD METHODS 5210-B	1603	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	1666,5	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 1)

En la tabla anterior se observa que el valor de DQO es 3410 mg/l, DBO<sub>5</sub> es 1603mgO<sub>2</sub>/l, Aceites y grasas es 1666,5 mg/l que se refiere al agua residual cruda muestra número 1 (M-1).

**Tabla 11.** Análisis de agua tratada por el filtro día 34

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	1150	N/A
DBO5	mgO2/l	STANDARD METHODS 5210-B	609	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	468	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 2)

En la tabla anterior se observa que la muestra uno del agua residual después del proceso de filtración con: DQO=1150 mg/l, DBO<sub>5</sub>=609 mgO<sub>2</sub>/l, Aceites y grasas 468=mg/l de resultado en la muestra, indicando una reducción considerable de los parámetros contaminantes.

**Tabla 12.** Análisis de agua tratada por el filtro día 41

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	3130	N/A
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	1480	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	430	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 3)

En la tabla anterior se observa los valores de los parámetros de la muestra dos tomada del agua residual filtrada: el valor de DQO = 3130 mg/l, varía en relación la tabla anterior aumentando los resultados notablemente; el DBO<sub>5</sub> = 1480 mgO<sub>2</sub>/l, Aceites y grasas = 430 mg/l reduce respecto al análisis anterior.

**Tabla 13.** Análisis de agua tratada por el filtro día 48

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	2970	N/A
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	1518	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	402	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 4)

En la tabla anterior podemos observar el análisis del agua en la muestra tres: DQO=2970 mg/l se reduce, DBO<sub>5</sub>=1518 mgO<sub>2</sub>/l incrementa el valor con el resultado de la tabla anterior, Aceites y grasas = 402 mg/l, disminuye respecto a la tabla anterior.

**Tabla 14.** Análisis de agua tratada por el filtro día 55

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	1310	N/A
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	629	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	366,3	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 5)

En la tabla anterior se observa el análisis del agua residual después del proceso de filtración de la muestra cuatro: DQO=1310 mg/l, DBO<sub>5</sub>=629 mgO<sub>2</sub>/l, Aceites y grasas=366,3 mg/l, disminuye con relación a la tabla anterior.

**Tabla 15.** Análisis de agua tratada por el filtro día 62

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	1685	N/A
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	923	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	333,3	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 6)

En la tabla anterior se observa el análisis del agua residual de la muestra cinco dando como resultado: DQO=1685 mg/l, DBO<sub>5</sub>=923 mgO<sub>2</sub>/l suben los valores con relación a la tabla anterior, Aceites y grasas=333,3mg/l reduce con respecto al análisis anterior de la muestra cuatro.

**Tabla 16.** Análisis de agua tratada por el filtro día 69

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	1420	N/A
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	738	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	266,64	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 7)

En la tabla anterior se observa el análisis del agua residual referente a la muestra seis: DQO=1420 mg/l; DBO<sub>5</sub>=738 mgO<sub>2</sub>/l; Aceites y grasas=266,64 mg/l disminuyen los parámetros con relación a la tabla anterior.

**Tabla 17.** Análisis de agua tratada por el filtro día 76

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	1973	N/A
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	730	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	199,98	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 8)

En la tabla se observa el análisis del agua residual luego del proceso de filtración de la muestra siete: DQO=1973 mg/l suben con relación a la tabla anterior;

DBO<sub>5</sub>=730mgO<sub>2</sub>/l, aceites y grasas=199,98 mg/l disminuyen los valores, esto quiere decir que el filtro está reduciendo los parámetros de contaminación.

**Tabla 18.** Análisis de agua tratada por el filtro día 83

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	1505	N/A
DBO5	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	560	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	266,64	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 9)

En la tabla anterior se observa el análisis del agua residual después del filtrado de la muestra ocho: DQO=1505mg/l; DBO<sub>5</sub>=560 mgO<sub>2</sub>/l, disminuye con relación a la tabla anterior, aceites y grasas 266,64 se incrementa.

**Tabla 19.** Análisis de agua tratada por el filtro día 90

INFORME ANÁLISIS				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220-D mod	1080	N/A
DBO5	mgO <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210-B	575	N/A
Aceites y grasas	mg/l	EPA-418.1	199,98	N/A

Fuente: Análisis Laboratorios UNACH (ver anexo 10)

En la tabla anterior se observa el análisis del agua residual luego de pasar por el proceso de filtrado referente a la muestra nueve: DQO=1080 mg/l es decir disminuye los valores; DBO<sub>5</sub>=575 mgO<sub>2</sub>/l aumentan con relación a la tabla anterior y aceites y grasas 199,98 decrece.

El filtro estuvo en funcionamiento un período de 90 días, en los cuales se obtuvo 1 muestra cada 10 días para el análisis de los parámetros contaminantes, distribuidos de la siguiente manera en un cuadro de monitoreo:

**Tabla 20.** Cuadro de monitoreo del proceso de filtración de aguas residuales del centro de faenamiento Ocaña.

DBO<sub>5</sub>: Demanda Bioquímica de Oxígeno durante 5 días en condiciones normalizadas de incubación

DQO: Demanda Química de Oxígeno

CUADRO DE MONITOREO											
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA		ANTES DE FILTRADO	DESPUÉS DE FILTRADO								
NUMERO		M0 - CRUDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FECHA		31-jul	04-jul	10-jul	17-jul	24-jul	31-jul	07-ago	14-ago	21-ago	28-ago
PARÁMETROS	DQO (mg/l)	3410	1150	3130	2970	1310	1685	1420	1973	1505	1080
	DB05 (mg O <sub>2</sub> /l)	1603	609	1480	1518	629	923	738	730	560	575
	Aceites y grasas (mg/l)	1666,5	468	430	402	366,3	333,3	266,64	199,98	266,64	199,98

Elaborado por: Alex Escobar

### 4.3. Análisis comparativo de los resultados referentes a la legislación Ecuatoriana

Para el análisis de resultados es necesario los datos con referencia a la normativa ecuatoriana: "La norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua"; para esto se requiere los límites máximos permisibles en relación con la descarga de dichas aguas residuales descontaminadas del centro de faenamiento al sistema de alcantarillado público, descritos a continuación:

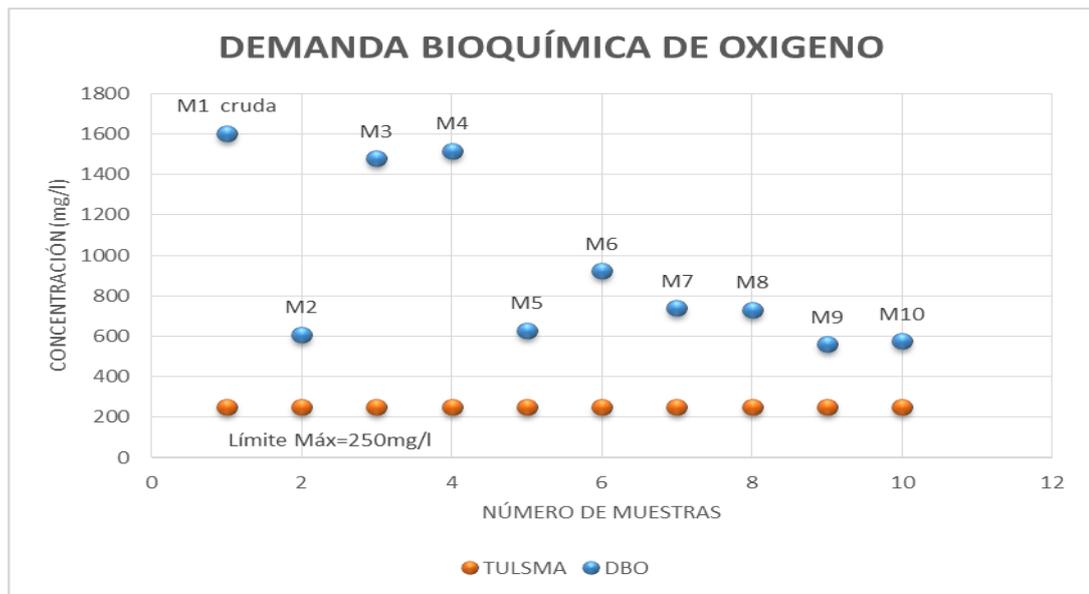
#### 4.3.1. Gráficos de análisis de aguas residuales por parámetro

**Tabla 21. Análisis físico - químico de DBO<sub>5</sub>, 10 muestras.**

MUESTRA	NUMERO DE MUESTRAS	UNIDAD	RESULTADO ANALISIS DBO <sub>5</sub>	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO DEL TULSMA
M1 cruda	1	mg O <sub>2</sub> /l	1603	250	No cumple
M2	2	mg O <sub>2</sub> /l	609	250	No cumple
M3	3	mg O <sub>2</sub> /l	1480	250	No cumple
M4	4	mg O <sub>2</sub> /l	1518	250	No cumple
M5	5	mg O <sub>2</sub> /l	629	250	No cumple
M6	6	mg O <sub>2</sub> /l	923	250	No cumple
M7	7	mg O <sub>2</sub> /l	738	250	No cumple
M8	8	mg O <sub>2</sub> /l	730	250	No cumple
M9	9	mg O <sub>2</sub> /l	560	250	No cumple
M10	10	mg O <sub>2</sub> /l	575	250	No cumple

Elaborado por: Alex Escobar

Representación gráfica de comportamiento de concentración del parámetro DBO<sub>5</sub> Vs. Número de muestras, en el transcurso de 90 días.



**Gráfico 1.** Comportamiento del DBO<sub>5</sub> en el transcurso de 90 días.

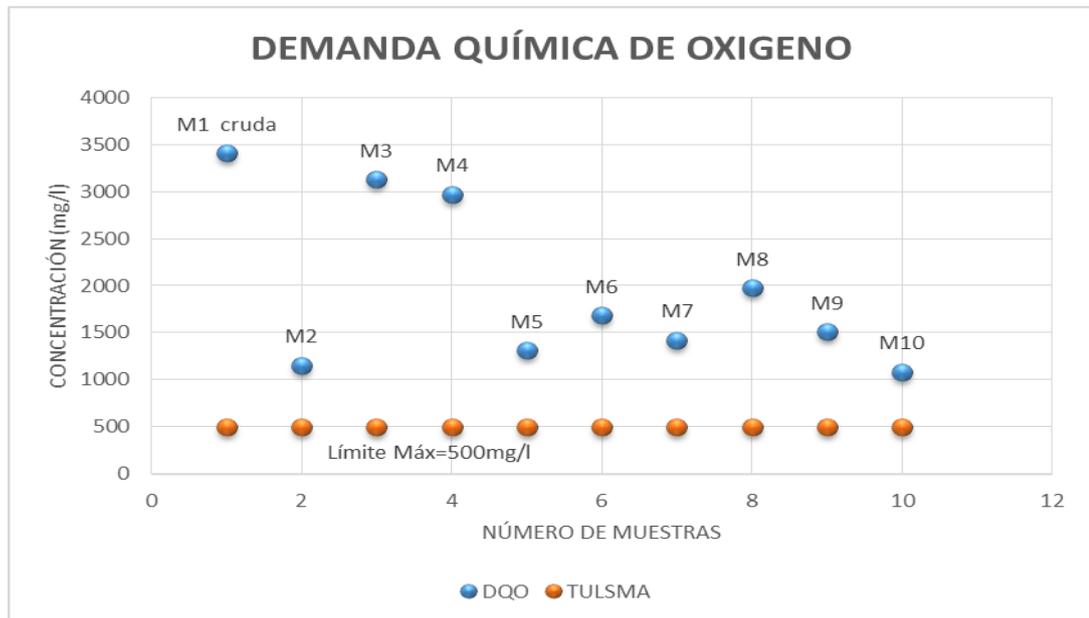
Elaborado por: Alex Escobar

**Tabla 22. Análisis físico - químico de DQO, 10 muestras.**

MUESTRA	NUMERO DE MUESTRA	UNIDAD	RESULTADO ANALISIS DQO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO DEL TULSMA
M1 cruda	1	mg/l	3410	500	No cumple
M2	2	mg/l	1150	500	No cumple
M3	3	mg/l	3130	500	No cumple
M4	4	mg/l	2970	500	No cumple
M5	5	mg/l	1310	500	No cumple
M6	6	mg/l	1685	500	No cumple
M7	7	mg/l	1420	500	No cumple
M8	8	mg/l	1973	500	No cumple
M9	9	mg/l	1505	500	No cumple
M10	10	mg/l	1080	500	No cumple

Elaborado por: Alex Escobar

Representación gráfica de comportamiento de concentración del parámetro DBO<sub>5</sub> Vs. Número de muestras, en el transcurso de 90 días.



**Gráfico 2.** Comportamiento del DQO en el transcurso de 90 días.

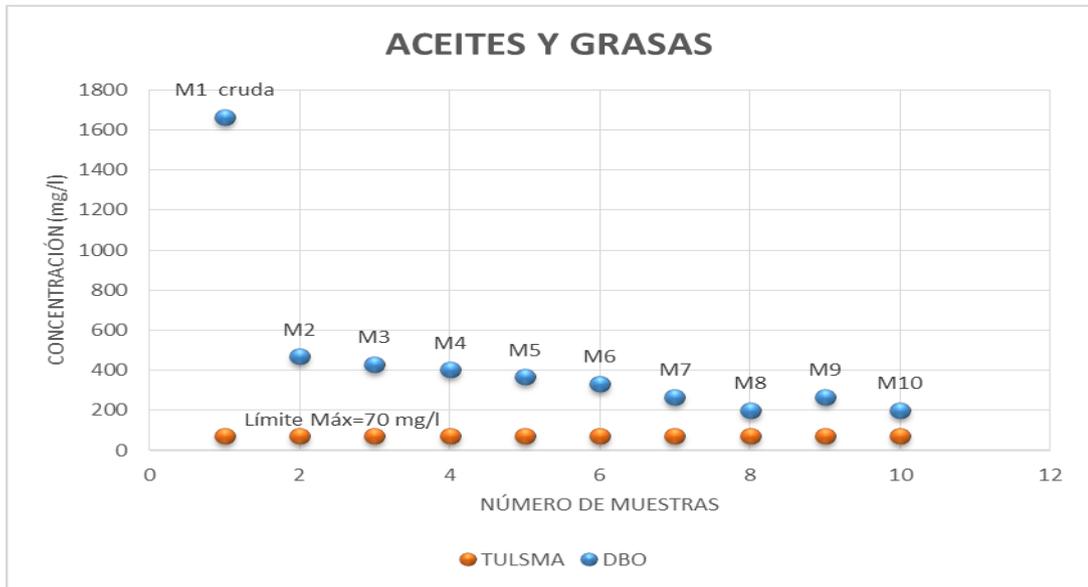
Elaborado por: Alex Escobar

**Tabla 23. Análisis físico - químico de Aceites y grasas, 10 muestras.**

MUESTRA	NUMERO DE MUESTRA	UNIDAD	RESULTADO ANALISIS ACEITES Y GRASAS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO DEL TULSMA
M1 cruda	1	mg/l	1666,5	70	No cumple
M2	2	mg/l	468	70	No cumple
M3	3	mg/l	430	70	No cumple
M4	4	mg/l	402	70	No cumple
M5	5	mg/l	366,3	70	No cumple
M6	6	mg/l	333,3	70	No cumple
M7	7	mg/l	266,64	70	No cumple
M8	8	mg/l	199,98	70	No cumple
M9	9	mg/l	266,64	70	No cumple
M10	10	mg/l	199,98	70	No cumple

Elaborado por: Alex Escobar

Representación gráfica de comportamiento del parámetro DBO<sub>5</sub> en el transcurso de 90 días.



**Gráfico 3.** Comportamiento de Aceites y grasas, en el transcurso de 90 días.

Elaborado por: Alex Escobar

### **Interpretación:**

En los gráficos # 1, 2 y 3 se observó que el método de filtrado de agua con turba es efectivo, pero no consigue descontaminar el agua residual con el objetivo de cumplir con los parámetros de la normativa ecuatoriana ambiental para su descarga en el alcantarillado público, esto puede ser porque el procedimiento de tratamiento de aguas residuales con filtro de turba es una etapa de varias por las que debe pasar el agua residual para lograr una total descontaminación.

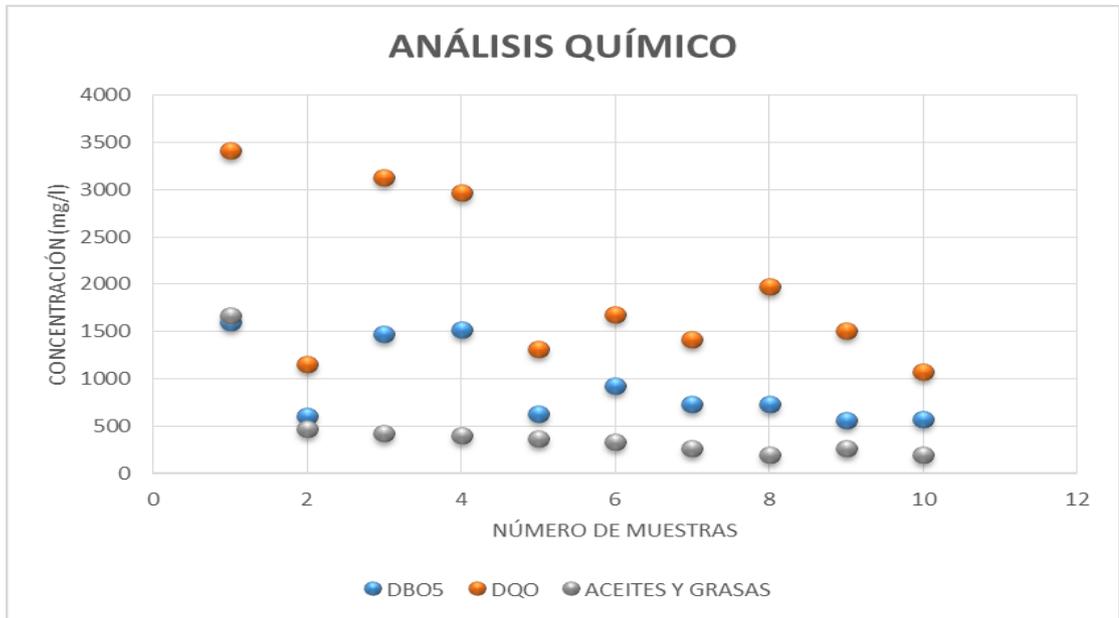
Se puede concluir diciendo que este método de filtro con turba puede ser uno de varios sistemas integrales de descontaminación relacionados con depuraciones más exigentes en el parámetro ecuatoriano ambiental.

**Tabla 24. Análisis químico de DBO5, DQO, Aceites y grasas, 10 muestras.**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>	<b>DBO5 (mg O2/l)</b>	<b>DQO (mg/l)</b>	<b>ACEITES Y GRASAS (mg/l)</b>
1	1603	3410	1666,5
2	609	1150	468
3	1480	3130	430
4	1518	2970	402
5	629	1310	366,3
6	923	1685	333,3
7	738	1420	266,64
8	730	1973	199,98
9	560	1505	266,64
10	575	1080	199,98

**Elaborado por:** Alex Escobar

Representación gráfica de comportamiento de concentración de los parámetros DQO, DBO<sub>5</sub>, ACEITES Y GRASAS VS NÚMERO DE MUESTRAS, en el transcurso de 90 días.



**Gráfico 4.** Comportamiento de DQO, DBO<sub>5</sub>, Aceites y grasas, en el transcurso de 90 días.

**Elaborado por:** Alex Escobar

## Eficiencia

Dichos índices son calculados bajo la siguiente fórmula:

$$Ef = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$

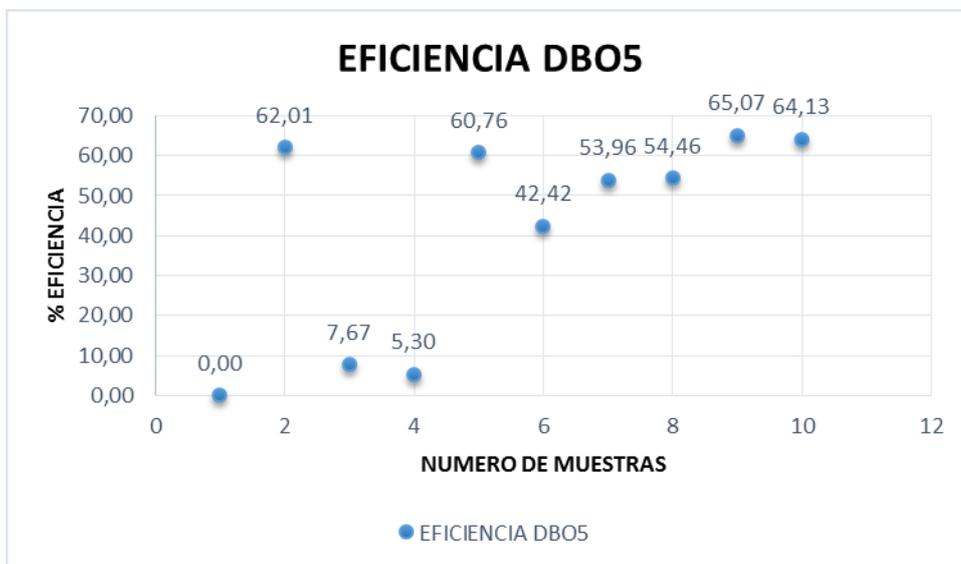
Reemplazando tenemos:

**Ef:** Eficiencia

**C<sub>o</sub>:** Concentración Inicial

**C<sub>f</sub>:** Concentración Final

### 4.3.2 EFICIENCIA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO

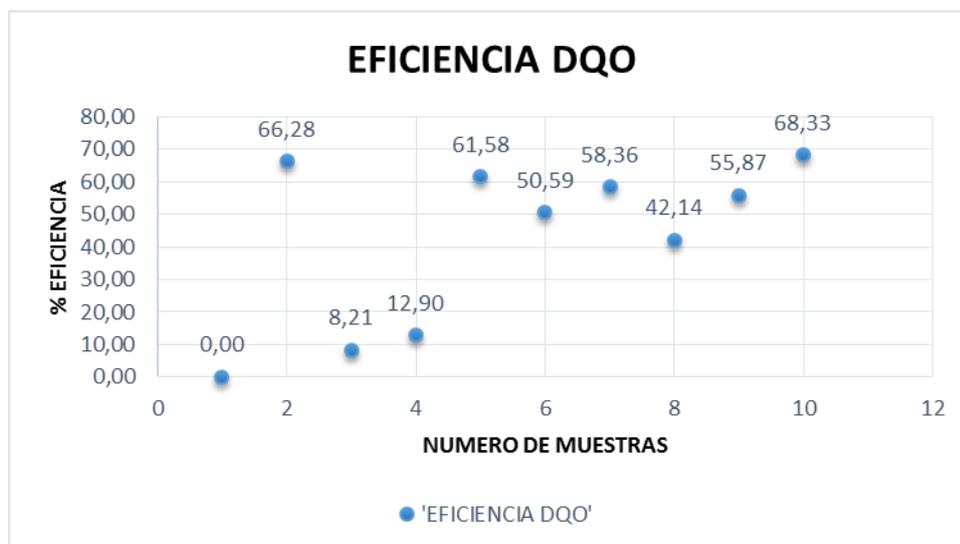


**Gráfico 5.** Efectividad del filtro de turba en la depuración de agua residual del centro de faenamiento Ocaña en relación a la Demanda Bioquímica de Oxígeno

**Elaborado por:** Alex Escobar

**Interpretación:** En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), se puede mencionar que, en la primera filtración se obtiene un porcentaje del 62,01% de nivel de eficiencia correspondiente a la muestra 2 con un valor de 609 mg/l, por acción de la filtración de las aguas residuales a través de la turba. Al lapso de los 90 días en la muestra 10 se obtiene un valor de eficiencia correspondiente al 64,13% para un valor de 575 mg/l. Por lo tanto, es indispensable concluir mencionando que la eficiencia solo se ha incrementado en un 2,12% lo cual no es una gran variación, lo que quiere decir que la carga orgánica ha sido oxidada en éste porcentaje y permite evidenciar que el filtro si ayuda a descontaminar el agua.

### 4.3.3 EFICIENCIA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO

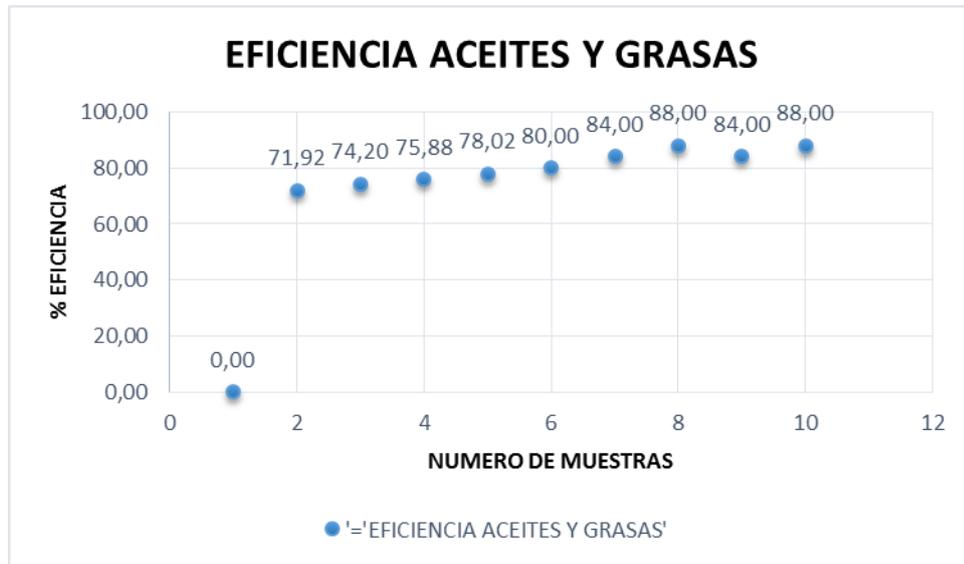


**Gráfico 6.** Efectividad del filtro de turba en la depuración de agua residual del centro de faenamiento Ocaña en relación a la Demanda Química de Oxígeno

**Elaborado por:** Alex Escobar

**Interpretación:** para la Demanda Química de Oxígeno se determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua residual, por lo tanto se obtuvo que en la primera filtración el nivel de eficiencia fue de 66,28% correspondiente a la muestra 2 con un valor de 1150 mg/l, por acción de la filtración de las aguas residuales a través de la turba. Al lapso de los 90 días en la muestra 10 se logró un valor de eficiencia correspondiente al 68,33% para un valor de 1080 mg/l. A partir de este hecho, es indispensable concluir que la eficiencia solo se ha incrementado en un 2,05% lo cual no es una gran variación, pero representa una disminución en la cantidad de contaminantes por lo tanto, el filtro de turba tiene capacidad de remoción de materia química, siendo eficiente para su uso en la descontaminación de aguas residuales de faenamiento, previo a su vertido en el alcantarillado público.

#### 4.3.4 EFICIENCIA ACEITES Y GRASAS.



**Gráfico 7.** Efectividad del filtro de turba en la depuración de agua residual del centro de faenamiento Ocaña en relación a los aceites y grasas

**Elaborado por:** Alex Escobar

**Interpretación:** El análisis físico- químico relacionado con aceites y grasas, nos indica que el valor de eficiencia va desde un 71,92% para la muestra 2 hasta un valor de 88,00% para la muestra 10. Por lo cual se puede manifestar que el filtro de turba tiene una gran capacidad para remoción de éstos contaminantes esto genera un excelente vertido de dichas aguas residuales al alcantarillado de forma segura.

De acuerdo a la interpretación de resultados se puede concluir que el filtro de turba si es eficiente para la descontaminación del agua de acuerdo a los 3 procedimientos utilizados en el análisis de las aguas residuales.

#### 4.4. Verificación de hipótesis

Se acepta la hipótesis nula  $H_0$ , porque los resultados demostraron la efectividad del filtro con turba para la separación de carga orgánica por su eficiencia en los 3 parámetros, a lo que se puede decir que el filtro funciona y se puede aplicar en descontaminaciones con mayor volumen de agua residual, siendo importante que se analice el costo del filtro y verificar su factibilidad económica para la empresa.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- Se conoció la infraestructura centro de faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” Ubicada en la Comunidad de Yayulihui, del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua, el cual cumple con los requisitos legales para su funcionamiento referente a Seguridad e Higiene Industrial, completa y con una distribución adecuada en cada una de las áreas del proceso de faenamiento.
- Se determinó que en el “Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.” Se requiere de un caudal medio diario igual a 47.5 m<sup>3</sup> de consumo para el proceso de faenamiento, el mismo que ayudo a la remoción de los parámetros de contaminación de DQO, DBO<sub>5</sub>, aceites y grasas en las aguas residuales.
- Se monitoreo las características de biodegradabilidad de la turba la cual debe ser cambiada cada 30 días para el funcionamiento de reducción de los niveles contaminantes del DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y grasas, de las aguas residuales provenientes del centro de faenamiento Ocaña.
- Se determinó que la efectividad del filtro experimental compuesto de turba ubicado en el Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda., nos ayuda a mejorar el tratamiento de las aguas residuales, provenientes del faenamiento de las reses, previo a su vertido al alcantarillado público,
- De acuerdo a las normas ecuatorianas ambientales los efluentes descargados por el proceso productivo de faenamiento de reses se encuentra por encima de los límites permisibles, sin embargo el filtro ayuda a bajar los contaminantes, pero no cumple con los límites máximos permitidos para ser expulsadas al alcantarillado, por lo que el filtro funciona para el tratamiento de las aguas residuales, pero como tratamiento primario.

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar un mantenimiento regular de la turba con la finalidad de que se pueda tratar las aguas residuales del centro de faenamiento Ocaña Cía. Ltda.
- Determinar análisis financiero que permita conocer la factibilidad de la utilización de las turba como filtro.
- Realizar el cambio de material (turba) en el filtro de las aguas residuales cada 30 días para tener un mejor tratamiento de las mismas.
- Establecer un sistema de descontaminación en la que abarquen varios procesos y así cumplir con las normas ecuatorianas establecidas en cuanto a disminución de carga orgánica para enviar agua al alcantarillado.

## Bibliografía

- [1] G. Rodríguez, J. Bonilla, and J. Hernández, “Numerical modeling of reinforced concrete continuous deep beams,” *Rev. Ing. Construcción*, vol. 31, pp. 163–174, 2016.
- [2] I. Toapanta, “Calidad del agua,” *Calid. del agua, grasas y aceites*, p. 1,2, 2013.
- [3] M. L. Murcia-Sarmiento, O. G. Calderón-Montoya, and J. E. Díaz-Ortiz, “Impacto de aguas grises en propiedades físicas del suelo,” *Tecno Lógicas*, vol. 17, no. 32, pp. 57–65, 2014.
- [4] C. Ecuatoriana, “INEN 1108 AGUA POTABLE,” 2014.
- [5] J. A. Orellana, “Características de los Líquidos Residuales,” *Ing. Sanit. UTN-FRRO*, pp. 1–9, 2015.
- [6] M. Buenaño, “Propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales de una empresa envasadora de leche del Cantón Rumiñahui, para que cumpla con la norma técnica Ambiental (T.U.L.A.S),” pp. 1–126, 2016.
- [7] Alianza por el Agua, “Manual de depuración de aguas residuales urbanas,” *Centa, Secr. Alianza por el agua, Ecol. y Desarro.*, p. 264, 2014.
- [8] OEFA, “Fiscalización ambiental en aguas residuales,” p. 42, 2014.
- [9] A. A- and M. De Contaminación, “ANEXO 1 Límites permisibles para descargas líquidas, Anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica,” pp. 1–5, 2015.
- [10] L. Nancy and V. Guerrero, “MARCO NACIONAL Y NORMATIVA SOBRE RESIDUALES A ZONA COSTERA Descripción del Marco Institucional.”
- [11] S. M. Alcalde, B. Ruiz-Roso, L. P??rez-Olleros, and S. B. Cort??s, “Contenido de ácidos grasos trans en alimentos comercializados en la Comunidad de Madrid (España),” *Nutr. Hosp.*, vol. 29, no. 1, pp. 180–186, 2014.
- [12] Ministerio del Ambiente, “Anexo 1 Del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua,” *Norma Calid. Ambient. Y Descarga Efluentes Recur. Agua*, pp. 1–37, 2014.
- [13] CONAMA, “Tecnología de Biofiltros,” p. 1, 2012.
- [14] S. Paola, “Estudio y diseño de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales utilizando turba y lecho secado con plantas.”

- 2017.
- [15] A. Internacional, “Filtros de Partículas y Gases para Aplicaciones Industriales y Comerciales,” no. January 2009, 2014.
- [16] C. J. Oliver and S. Cugat, “Biofiltración innovadora para el tratamiento de aguas residuales producidas por comunidades e industrias,” pp. 1–14, 2009.
- [17] F. D. A. Presión, “Filtros de Baja Presión,” 2015.
- [18] M. A. Garzón-zúñiga, “La biofiltración sobre materiales orgánicos , nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,” vol. III, pp. 153–161, 2012.
- [19] “Análisis de la adsorción como método de pulimento en el tratamiento de aguas residuales,” *Quivera*, vol. 14, pp. 109–129, 2012.
- [20] C. Qu, “La absorción como alternativa de tratamiento de contaminantes emergentes en aguas residuales,” *Scielo*, vol. 15, pp. 25–30, 2014.
- [21] Baldwin Filters, “Tipos de filtros hidráulicos,” p. 1, 2014.
- [22] J. G. Álvarez-Herrera, G. Fischer, and J. E. Vélez-Sánchez, “Producción de frutos de uchuva ( *Physalis peruviana* L .) bajo diferentes láminas de riego , frecuencias de riego y dosis de calcio,” *Rev. Colomb. Ciencias Hortícolas*, vol. 9, no. 2, pp. 222–233, 2015.
- [23] M. del M. Delgado Arroyo, R. Miralles de Imperial Hornedo, A. Masaguer Rodríguez, and J. V. Martín Sánchez, “Estudio De Turbas Y Residuos Avícolas Procedentes De Pollo De Engorde Como Componente De Sustratos De Cultivo,” *Rev. Int. Contam. Ambient.*, vol. 32, no. 4, pp. 455–462, 2016.
- [24] P. B. B. Morales Fiallos Fabian, Medina Robalino Wilson, “Biofiltración sobre Cama de Turba, para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Lavado de Jeans,” no. 10, pp. 1–12, 2017.
- [25] S. E. Rangel-Estrada, E. Hernández-Meneses, and M. Hernández-Arenas, “Micropropagación de variedades de caña de azúcar cultivadas en México TT - Micropropagation of sugarcane varieties grown in México,” *Rev. Fitotec. Mex.*, vol. 39, no. 3, pp. 225–231, 2016.
- [26] P. P. D. Alejandro, “BIOFILTRACIÓN SOBRE CAMA DE TURBA , PARA EL TRATAMIENTO SOBRE AGUA RESIDUAL PROVENIENTE,” p. 96, 2015.
- [27] J. a. Espigares G, M.; Pérez López, “Aguas Residuales: Composicion,” *Aguas Residuales. Compos.*, p. 22, 2012.
- [28] M. A. Garzón Zúñiga and G. Buelna, “Caracterización De Aguas Residuales

- Porcinas Y Su Tratamiento Por Diferentes Procesos En México,” *Scielo*, vol. 30, no. 1, p. 15, 2014.
- [29] A. Nivia Osuna, M. E. Belalcazar Zafra, and A. M. Vanegas Azuero, “Determinación del volumen de sacrificio y evaluación de variables cualitativas y cuantitativas en equinos sacrificados en una planta de beneficio animal,” *Zootec. Trop.*, vol. 32, no. 1, p. 83, 2014.
- [30] SENASA, “GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS ( Faenamamiento ),” pp. 1–12, 2013.
- [31] J. Alberto *et al.*, “efluentes y emisiones de plantas extractoras,” pp. 163–170.
- [32] G. Para, E. L. Control, and Y. P. D. E. La, “CONTAMINACION INDUSTRIAL FABRICACIÓN DE GRASAS Y ACEITES,” 1998.
- [33] J. V. Gutiérrez-García, D. A. Rodríguez-Trejo, A. Villanueva-Morales, S. García-Díaz, and J. L. Romo-Lozano, “Calidad del agua en la producción de *Pinus cembroides* Zucc. en vivero,” *Agrociencia*, vol. 49, no. 2, pp. 205–219, 2015.
- [34] S. L. Ávila de Navia, S. M. Estupiñan Torres, Á. M. Mejía Grajales, and L. V. Mora Velásquez, “The bacteriological quality of the water of the Jaboque (Bogotá, Colombia) wetland during two contrasting seasons,” *Caldasia*, vol. 36, no. 2, pp. 323–329, 2014.
- [35] R. F. Medina *et al.*, “Sistemas adhesivos autograbadores , resistencia de unión y nanofiltración : una Revisión Self-etching adhesive systems , bond strength and nanofiltration : A review The advances of contemporary dentistry treatments while fulfilling their expectations . Th,” *Rev. CES Odontologia*, vol. 27, no. 2, pp. 127–154, 2015.
- [36] C. P. Lizarazu, G. Q. Selaez, E. S. Capusiri, F. Quisbert, and A. G. Turba, “CHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE PRODUCTS OBTAINED FROM THE BIOTRANSFORMATION OF 2-PHENYLQUINOLINE ( 2FQ ) BY ASPERGILLUS SPP,” pp. 149–157, 2016.
- [37] E. V. Lorenzo, J. G. Llanes Ocaña, L. A. Fernández, and M. Bataller Venta, “Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica,” *Rev. CENIC Ciencias Biológicas*, vol. 40, no. 1, pp. 35–44, 2014.
- [38] J. Escobar-Jiménez *et al.*, “Recuperación de agua de efluentes de una industria de cereales utilizando membranas,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 3, no. 3, pp. 65–82, 2012.

- [39] C. Montoya, D. Loaiza, P. Torres, C. H. Cruz, and J. C. Escobar, “Efecto Del Incremento En La Turbiedad Del Agua Cruda Sobre La Eficiencia De Procesos Convencionales De Potabilización (Effect of Increase of Raw Water Turbidity on Efficiency of Conventional Drinking Water Treatment Processes),” *Rev. EIA*, vol. 8, no. 16, pp. 137–148, 2012.
- [40] S. L. Á. de Navia and S. M. E. Torres, “Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de guatavita, Cundinamarca, Colombia,” *Rev. Cubana Hig. Epidemiol.*, vol. 50, no. 2, pp. 163–168, 2012.
- [41] V. K. Gupta, D. B. Turban, S. A. Wasti, and A. Sikdar, “The role of gender stereotypes in perceptions of entrepreneurs and intentions to become an entrepreneur,” *Entrep. Theory Pract.*, vol. 33, no. 2, pp. 397–417, 2012.
- [42] N. Otero, *Filtración de aguas residuales para reutilización*, vol. 29. 2015.
- [43] N. J. Ramos Estrada, G. M. Valverde Garnica, M. T. Alvarez Aliaga, E. Terrazas Siles, and A. Giménez Turba, “Deterioro Causado Por Microorganismos En Textil Arqueológico Y Lienzos,” *Rev. Boliv. Química*, pp. 170–176, 2012.
- [44] R. Ramos-Reyes, J. Zavala-Cruz, L. M. Gama-Campillo, D. Pech-Pool, and M. A. Ortiz-Perez, “Indicadores geomorfológicos para evaluar la vulnerabilidad por inundación ante el ascenso del nivel del mar debido al cambio climático en la costa de Tabasco y Campeche,” *Bol. la Soc. Geol. Mex.*, vol. 68, no. 3, pp. 581–598, 2016.
- [45] C. Silvia, “Las aguas residuales y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de la comunidad castillo, parroquia San Antonio.” 2015.
- [46] D. E. Autoaprendizaje, “CAMPO I Guía de autoaprendizaje Modalidad de Educación Abierta y a.”
- [47] P. Cazau, “El esquema de la investigación,” 2015.
- [48] P. T. G. G, “Histórica, Descriptiva y Experimental,” pp. 4–7, 2014.

# **ANEXOS**

# ANEXOS

**Anexo 1. Muestra # 01:** Análisis físico - químico de DBO5, DQO, condiciones normales – 0 días de filtrado.



## LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 152-17

### INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar

**INFORME Nº** 152- 17

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

**Nº SE:** 152-17

**DIRECCIÓN:** Ambato

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 31 - 07 -17

**TELÉFONO:** 032417558

**FECHA DE INFORME:** 07 - 08 -17

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero

**TIPO DE MUESTRA:**

**IDENTIFICACIÓN:**

MA - 298-17 Agua Cruda

Agua

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

### RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 298-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3410	N/A	31 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1603	N/A	31 - 07 -17

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

### RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

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

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

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

Página 1 de 1

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 2. Muestra # 02: Análisis físico - químico de DBO5, DQO, Aceites y grasas: condiciones normales – 34 días de filtrado.**



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



Nº SE: 105-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar **INFORME Nº** 105-17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 105-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 04-07-17  
**TELÉFONO:** 032417558 **FECHA DE INFORME:** 10-07-17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero **TIPO DE MUESTRA:**  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 247-17 30 días de tratamiento Agua

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 247-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	468	N/A	04-07-17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1150	N/A	04-07-17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	609	N/A	04-07-17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

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

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

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

Página 1 de 1

FMC2101-01

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

**Elaborado por: Egdo. Alex Escobar**

**Anexo 3. Muestra # 03:** Análisis físico - químico de DBO5, DQO, Aceites y grasas: condiciones normales – 41 días de filtrado.



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



Nº SE: 111-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato  
**DIRECCIÓN:** Ambato

**INFORME Nº** 111- 17  
**Nº SE:** 111-17

**TELÉFONO:** 032417558  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero  
**IDENTIFICACIÓN:**  
MA - 253-17 Agua Filtrada

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

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 253-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
*Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	430	N/A	10 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	3130	N/A	10 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1480	N/A	10 - 07 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

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

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

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

Página 1 del

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 4. Muestra # 04:** Análisis físico - químico de DBO5, DQO, Aceites y grasas: condiciones normales – 48 días de filtrado.



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



N° SE: 123-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar **INFORME N°** 123- 17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 123-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 17 - 07 -17  
**TELÉFONO:** 032417558 **FECHA DE INFORME:** 24 - 07- 17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero **TIPO DE MUESTRA:**  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 268-17 Agua

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

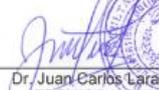
MA - 268 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	402	N/A	17 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2970	N/A	17 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1518	N/A	17 - 07 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

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

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

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

Página 1 de 1

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 5. Muestra # 05:** Análisis físico - químico de DBO<sub>5</sub>, DQO, condiciones normales – 55 días de filtrado.


**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**


Nº SE: 139-17

**INFORME DE ANALISIS**

<b>NOMBRE:</b> Wilfrido Escobar <b>EMPRESA:</b> Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato <b>DIRECCIÓN:</b> Ambato  <b>TELÉFONO:</b> 032417558 <b>NÚMERO DE MUESTRAS:</b> 1, Agua residual camal, Quero <b>IDENTIFICACIÓN:</b> MA - 284-17      Agua Tratada	<b>INFORME Nº</b> 139- 17 <b>Nº SE:</b> 139-17  <b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 24 - 07 -17 <b>FECHA DE INFORME:</b> 31 - 07- 17 <b>TIPO DE MUESTRA:</b> Agua
--	---

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

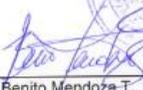
**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 284 -17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1310	N/A	24 - 07 -17
* DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	629	N/A	24- 07 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**  
 Dr. Juan Carlos Lara  
 Benito Mendoza T., Ph.D.

  
  
 Benito Mendoza T., Ph.D.  
**TECNICO L.S.A.**

---

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

FMC2101-01

Página 1 de 1

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 6. Muestra # 06:** Análisis físico - químico de DBO<sub>5</sub>, DQO, condiciones normales – 62 días de filtrado.



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



N° SE: 152-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar

**INFORME N°** 152- 17

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

**N° SE:** 152-17

**DIRECCIÓN:** Ambato

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 31 - 07 -17

**TELÉFONO:** 032417558

**FECHA DE INFORME:** 07 - 08 -17

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero

**TIPO DE MUESTRA:**

**IDENTIFICACIÓN:**

MA - 299 -17 Agua Filtrada

Agua

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 299 - 17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1685	N/A	31 - 07 -17
* DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	923	N/A	31 - 07 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

Dr. Juan Carlos Lara

Benito Mendoza T., Ph.D.

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

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

Página 1 de 1

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 7. Muestra # 07:** Análisis físico - químico de DBO5, DQO, condiciones normales – 69 días de filtrado.



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



Nº SE: 165-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar **INFORME Nº** 165- 17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 165-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato  
**TELÉFONO:** 032417558 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 07 - 08 -17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero **FECHA DE INFORME:** 14 - 08- 17  
**IDENTIFICACIÓN:** **TIPO DE MUESTRA:**  
MA - 304-17 Agua Filtrada Agua

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 304-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1420	N/A	07 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	738	N/A	07 - 08 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

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

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

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

Página 1 de 1

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 8. Muestra # 08:** Análisis físico - químico de DBO5, DQO, condiciones normales – 76 días de filtrado.



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



Nº SE: 173-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar **INFORME Nº** 173- 17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 173-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 14 - 08 -17  
**TELÉFONO:** 032417558 **FECHA DE INFORME:** 21 -08- 17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero **TIPO DE MUESTRA:**  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 311-17 Agua Filtrada Agua

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 311-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1973	N/A	14 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	730	N/A	14 - 08 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

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

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

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

Página 1 del

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 9. Muestra # 09:** Análisis físico - químico de DBO<sub>5</sub>, DQO, condiciones normales – 83 días de filtrado.



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



N° SE: 181-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar **INFORME N°** 181- 17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 181-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 21 - 08 -17  
**TELÉFONO:** 032417558 **FECHA DE INFORME:** 28 - 08- 17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero **TIPO DE MUESTRA:**  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 322-17 Agua Filtrada **Agua**

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 322-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1505	N/A	21 - 08 -17
* DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	560	N/A	21 - 08 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

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

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

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

Página 1 de 1

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 10. Muestra # 10:** Análisis físico - químico de DBO5, DQO, condiciones normales – 90 días de filtrado.



**LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES**



N° SE: 175-17

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE:** Wilfrido Escobar **INFORME N°** 175- 17  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 175-17  
**DIRECCIÓN:** Ambato  
**TELÉFONO:** 032417558 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 28 - 08 -17  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1, Agua residual camal, Quero **FECHA DE INFORME:** 04 - 09- 17  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 314-17 Agua Filtrada **TIPO DE MUESTRA:** Agua

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

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

MA - 314-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1080	N/A	28 - 08 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	575	N/A	28 - 08 -17

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

**RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:**

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

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

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

Página 1 de 1

FMC2101-01

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

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 11. Muestras # 1, 5, 6, 7, 8, 9,10: Análisis físico - químico de Aceites y grasas. –**  
 Laboratorio FICM - UTA (Área Hidráulica).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL "CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA CIA. LTDA."				
PARÁMETRO DE ACEITES Y GRASAS				
FECHA DEL ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO	UNIDADES	OBSERVACIONES
31/07/2017	EPA-418.1	1666,50	mg/l	AGUA NO FILTRADA
24/07/2017	EPA-418.1	366,30	mg/l	Realizado en el laboratorio de Química de la FICM-UTA
31/07/2017	EPA-418.1	333,30	mg/l	Realizado en el laboratorio de Química de la FICM-UTA
07/08/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	Realizado en el laboratorio de Química de la FICM-UTA
14/08/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	Realizado en el laboratorio de Química de la FICM-UTA
21/08/2017	EPA-418.1	266,64	mg/l	Realizado en el laboratorio de Química de la FICM-UTA
28/08/2017	EPA-418.1	199,98	mg/l	Realizado en el laboratorio de Química de la FICM-UTA



Ega. Diana Pérez.

Ayudante de Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
 Unidad de Proyectos de Investigación Carrera de Ingeniería Civil  
 Laboratorio de Química

**Elaborado por:** Egdo. Alex Escobar

**Anexo 12. Fotografías de proceso de desarrollo de la investigación**

	
<p><b>Imagen 1.</b> Estructura metálica para funcionamiento de prototipo.</p>	<p><b>Imagen 2.</b> Recipiente para agua residual del camal de capacidad de 55 galones.</p>
	
<p><b>Imagen 3.</b> Bandeja de tol galvanizada para recolección de agua filtrada.</p>	<p><b>Imagen 4.</b> Instalación de llave en el recipiente plástico que servirá como filtro.</p>
	
<p><b>Imagen 5.</b> Instalación de acople herméticamente sellado, llave compuerta y tubería PVC <math>\phi=1/2''</math></p>	<p><b>Imagen 6.</b> Prueba que no exista filtración entre la bandeja de tol y el recipiente plástico.</p>



**Imagen 7.** Colocación de material filtrante (Turba) en el recipiente filtro.



**Imagen 8.** Filtro con turba apto para su funcionamiento.



**Imagen 9.** Llenado de tanque con agua residual producto del faenamiento de res.



**Imagen 10.** Funcionamiento del prototipo en conjunto.



**Imagen 11.** Toma de muestras de agua residual filtrada para ser analizadas.



**Imagen 12.** Diferencia entre agua residual y agua filtrada



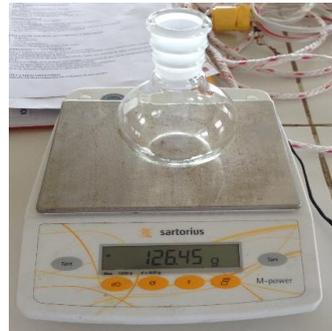
**Imagen 13.** Material filtrante (Turba) presenta deterioro y descomposición en sus 45 días de filtración.



**Imagen 14.** Plancha difusor de agua residual, distribuido para todo el área del recipiente filtro (plancha de tol galvanizado).



**Imagen 15.** Equipo para el análisis de aceites y grasas – Laboratorio FICM-UTA.



**Imagen 16.** Peso de recipiente balón vacío que será utilizado en el análisis aceites y grasas.



**Imagen 17.** Colocar 250 ml de muestra de agua residual filtrada para análisis de aceites y grasas.



**Imagen 18.** Colocar el agua residual en el embudo recipiente para el ensayo de aceites y grasas.



**Imagen 19.** Mezclar muestra con hexano y ácido sulfúrico para análisis de aceites y grasas – Laboratorio FICM-UTA.



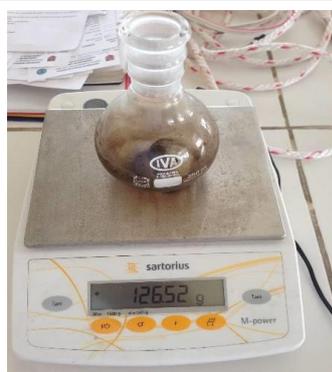
**Imagen 20.** Desecho de fase acuosa abriendo la llave para obtener grasa y aceite – Laboratorio FICM-UTA.



**Imagen 21.** Proceso de hervir aceite y grasas en la maquina Manta Electro Termal – Laboratorio FICM-UTA.



**Imagen 22.** Secado y evaporación de hexano del análisis aceite y grasas a temperatura 100°C – Laboratorio FICM-UTA.



**Imagen 23.** Peso de recipiente balón después del ensayo aceites y grasas – Laboratorio FICM-UTA.



**Imagen 24.** Material filtrante turba presenta mal olor y deterioro, apta para ser reemplazado la turba.



**Imagen 25.** Reposición de material filtrante turba, para continuar con el proceso de filtración.



**Imagen 26.** Cernido de agua residual para obtener agua sin restos del faenamiento y evitar taponamiento en la tubería PVC.



**Imagen 27.** Reposición de material filtrante turba, para continuar con el proceso de filtración.



**Imagen 28.** Comparación de agua residual vs agua filtrada a los 55 días de filtrado.



**Imagen 29.** Muestra de agua residual filtrada en sus 83 días de filtración.



**Imagen 30.** Traslado de muestras para los análisis pertinentes físico - químico.

## Anexo 13. Referencias modelo filtro.



### FICM -UPICIC -2017



#### 1. REFERENCIAS PARA EL MODELO DE FILTRO

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

##### TULSMA

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

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

[1]



**Ecuación No. 1**

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35lt}{0.105 lt/min} = 333,33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0,23 \text{ días}$$

**MANUAL DE AGUA POTABLE ALANTARILLADO Y SANEAMIENTO - FAFA**

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

Parámetro de diseño	Rango de valores como una función del gasto		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0,8 a 3,0	0,8 a 3,0	0,8 a 3,0
Tiempo de residencia hidráulica (horas)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga hidráulica superficial ( $m^3/m^2 \cdot d$ )	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica ( $kg \text{ BOD}/m^3 \cdot d$ )	0,15 a 0,50	0,15 a 0,50	0,15 a 0,50
Carga orgánica en el medio filtrante ( $kg \text{ BOD}/m^3 \cdot d$ )	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007

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

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

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

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

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

### Ecuación 2

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

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

### TANQUE DE ABASTECIMIENTO – HOMOGENEIZACION

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

#### TANQUE DE 55 GALONES



Gráfico 1. Tanque de 55 galones

55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día

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

Caudal en 24 horas:

$$Q = 151.2 \frac{lt}{dia} = \frac{1 gal}{3,78 lt} = 40 \frac{gal}{dia}$$

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

Ecuación 3

$$V_{tanque} = 40 + 15 = 55 galones$$

## DIMENSIONES DEL FILTRO

### MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE

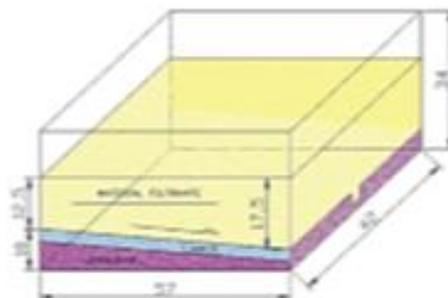


Gráfico 2. Medidas

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Área Trapecio

VT = Volume trapecio

Base = 57 cm

Lado menor = 12,5cm

Lado mayor= 17,5 cm

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

**Ecuación 4**

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

$$VT = 855 \times 42$$

**Ecuación 5**

$$VT = 35910 \text{ cm}^3 \cong 35,91 \text{ lt}$$

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

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

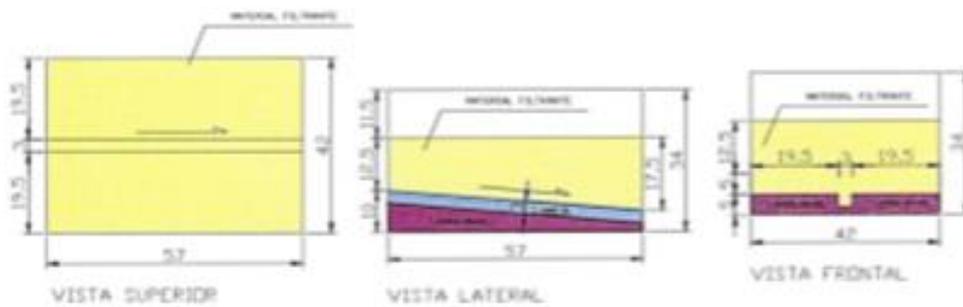


**Gráfico 3.** Guardamovil grande

En cuyo interior está dividido en dos partes:

1. Material filtrante a analizar.

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



**Gráfico 4.** Especificaciones

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

Ing. MEng. Lenin Maldonado

DOCENTE - FICM-UTA - Proyecto "Aguas Residuales" UPICIC



---

## BIBLIOGRAFÍA

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

