



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

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

TEMA:

**“ANÁLISIS DEL ASERRÍN DE MADERA COMO FILTRO NATURAL PARA
EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL
MUNICIPAL DEL CANTÓN BAÑOS”**

AUTOR: Urbina Maldonado David Francisco

TUTOR: Ing. Mg. Geovanny Paredes

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ing. Geovanny Paredes, certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema **“ANÁLISIS DEL ASERRÍN DE MADERA COMO FILTRO NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON BAÑOS”**, realizado por el señor David Francisco Urbina Maldonado, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi inspección, supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, agosto de 2017

Ing. Geovanny Paredes

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, David Francisco Urbina Maldonado, con C.I. 1803685716, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido y criterios expresados en el trabajo experimental: **“ANÁLISIS DEL ASERRÍN DE MADERA COMO FILTRO NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON BAÑOS”**, son de mi completa autoría a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, agosto del 2017

DAVID FRANCISCO URBINA MALDONADO

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derecho en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo de titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Agosto del 2016

AUTOR

DAVID FRANCISCO URBINA MALDONADO

C.I. 1803685716

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título **“ANÁLISIS DEL ASERRÍN DE MADERA COMO FILTRO NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON BAÑOS”**, realizado por David Francisco Urbina Maldonado, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Octubre de 2017.

Para su constancia firman:

Ing. Mg Eduardo Paredes

Profesor Calificador

Ing. Mg Galo Núñez

Profesor Calificador

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi familia, a mi esposa Verónica y a mi hijo Alan, que con su llegada le dieron sentido y orientación a mi vida, le dieron ese plus para luchar por alcanzar mis sueños y metas.

A mis padres Ángel y Cecilia, que con su ejemplo, guía, cuidados, apoyo incondicional, disciplina y amor, formaron a la persona en la que hoy me he convertido.

A mi hermano Luis Alberto, que con su amistad, apoyo y cariño me supo impulsar y ayudar hasta alcanzar este logro en mi vida.

A mis amigos que siempre creyeron en mí, y a su manera me ayudaron a conseguir este objetivo.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa y mi hijo, porque se han convertido en el motivo número uno para triunfar y alcanzar mis objetivos.

A mis padres porque siempre me supieron guiar y educar, con amor y disciplina.

Con una mención muy especial le agradezco a mi papito Ángel, que aparte de ser mi papá, ha sido mi mejor amigo, mi compañero y consejero, gracias porque siempre has estado presente en todos los momentos de mi vida, más aun en mis peores momentos, gracias por todos ese tiempo que me dedicas, eres el mejor del mundo.

Le agradezco a toda mi familia y a mis amigos, mil gracias por sus consejos y apoyo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVI

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. TEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.1. Aguas Residuales.....	6
2.1.2. Clasificación de las Aguas Residuales.....	6

2.1.2.1. Aguas Residuales Urbanas.....	6
2.1.2.2. Aguas Residuales Industriales.....	7
2.1.3. Agua (Criterios de Calidad).....	7
2.1.4. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5).....	8
2.1.5. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	8
2.1.6. Sólidos Totales (ST).....	8
2.1.7. Tratamiento de las Aguas Residuales.....	8
2.1.9.1. Pretratamiento.....	9
2.1.9.2. Tratamiento Primario.....	9
2.1.9.3 Tratamiento Secundario.....	10
2.1.9.4 Tratamiento Terciario.....	11
2.1.8. Aserrín.....	11
2.2 HIPÓTESIS.....	12
2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	12
2.3.1. Variable Independiente.....	12
2.3.2. Variable Dependiente.....	12

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	13
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	15
3.3.1. Variable Independiente.....	15
3.3.2. Variable Dependiente.....	16
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	17

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS.....	18
--	----

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	22
4.1.1. Datos para Determinar el Comportamiento de los Caudales utilizados en el Camal Municipal del Cantón Baños de Agua Santa.....	22
4.1.2. Monitoreo de las Características de Biodegradabilidad.....	24
4.1.3. Datos de los Análisis.....	25
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
4.2.1. Análisis de los Datos para el Cálculo de Caudales.....	30
4.2.2. Análisis de los Parámetros Establecidos.....	33
4.2.3. Análisis de la Eficiencia del Filtro.....	36
4.2.4. Interpretación de resultados, tablas y gráficos.....	41
4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓPESIS.....	42

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	43
5.2. RECOMENDACIONES.....	44

MATERIALES DE REFERENCIA

a. BIBLIOGRAFÍA.....	45
b. ANEXOS.....	47
b.1. Planos.....	47
b.2. Anexos Fotográficos.....	50
b.3. Informes de los Análisis.....	62

b.4. Plan de Manejo, Transporte y Toma de Muestras.....	71
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente.....	15
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	16
Tabla 3. Recolección de Información.....	17
Tabla 4. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.....	19
Tabla 5. Número de Animales Faenados durante dos Semanas del mes de Agosto.....	22
Tabla 6. Volúmenes de Consumo Diario de Agua.....	23
Tabla 7. Número de Muestras y Parámetros Analizados.....	24
Tabla 8. Análisis Sin Filtrar.....	25
Tabla 9. Análisis Agua Residual Filtrada D10.....	25
Tabla 10. Análisis Agua Residual Filtrada D20.....	26
Tabla 11. Análisis Agua Residual Filtrada D30.....	26
Tabla 12. Análisis Agua Residual Filtrada D40.....	27
Tabla 13. Análisis Agua Residual Filtrada D50.....	27
Tabla 14. Análisis Agua Residual Filtrada D60.....	28
Tabla 15. Análisis Agua Residual Filtrada D70.....	28
Tabla 16. Análisis Agua Residual Filtrada D80.....	29
Tabla 17. Análisis Agua Residual Filtrada D90.....	29
Tabla 18. Cálculo de Caudales.....	30
Tabla 19. Promedio Diario de Animales Faenados.....	31
Tabla 20. Resumen de Caudales Calculados.....	32
Tabla 21. Tiempo-DBO5-Límite.....	33
Tabla 22. Tiempo-DQO-Límite.....	34

Tabla 23. Tiempo-ST-Límite.....	35
Tabla 24. Eficiencia del Filtro para DBO5.....	36
Tabla 25. Eficiencia del Filtro para DQO.....	38
Tabla 26. Eficiencia del Filtro para ST.....	39
Tabla 27. Plan de Manejo, Transporte y Toma de Muestras.....	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valores de DBO5.....	33
Gráfico 2. Valores de DQO.....	34
Gráfico 3. Valores de ST.....	35
Gráfico 4. Análisis Comparativo de los Resultados de DBO5.....	37
Gráfico 5. Análisis Comparativo de los Resultados de DQO.....	38
Gráfico 6. Análisis Comparativo de los Resultados de ST.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del Tratamiento de Aguas Residuales.....	9
Figura 2. Esquema del Tratamiento Secundario.....	11
Figura 3. Figura 3. Aserrín de madera.....	11
Figura 4. Diagrama de Procesos para el Faenamiento del Ganado.....	21

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DEL ASERRÍN DE MADERA COMO FILTRO NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN BAÑOS.

AUTOR: URBINA MALDONADO DAVID FRANCISCO

TUTOR: Ing. GEOVANNY PAREDES Mg.

El agua es el recurso natural más importante para la existencia y desarrollo de la vida en nuestro planeta, pero la generación de las aguas residuales es uno de los problemas de contaminación ambiental más antiguos ocasionados por el ser humano. Ante esta problemática se ha venido buscando alternativas para el tratamiento de las aguas residuales, razón por la que en este proyecto se implementó el uso del aserrín de madera como material filtrante para el tratamiento de los efluentes producidos en el Matadero Municipal del Cantón Baños de Agua Santa, lugar que presentó las condiciones idóneas para el desarrollo del presente proyecto.

Se obtuvieron muestras de agua residual generada por el faenamiento de ganado bovino y porcino (cruda y filtrada), sobre las cuales se realizaron los análisis de la DBO₅, DQO y Sólidos Totales (ST). Una vez conocidos los resultados de los parámetros analizados, se realizó el procesamiento de los mismos, sugiriendo una eficiencia promedio del filtro de 79,49% en la DBO₅, 70,78% en la DQO y 86,60% en los ST.

Los resultados indican que el aserrín de madera disminuye los valores de los parámetros analizados, pero no se pudo obtener la eficiencia necesaria para que el agua filtrada se pueda incorporar directamente a un cuerpo de agua dulce, ante lo cual la investigación queda abierta para que se siga buscando alternativas en el tratamiento de aguas residuales generadas por los procesos de faenamiento del ganado (aguas de rastro), hasta obtener la eficiencia necesaria para poder evacuar el agua tratada directamente.

ABSTRACT

Water is the most important natural resource for the existence and development of life on our planet, but the generation of wastewater is one of the oldest environmental pollution problems caused by humans. Faced with this problem has been seeking alternatives for the treatment of wastewater, which is why in this project was implemented the use of wood sawdust as a filter material for the treatment of effluents produced in the Municipal Slaughterhouse of Canton Baños de Agua Santa, place that presented the ideal conditions for the development of this project.

Samples of residual water generated by bovine and porcine cattle (raw and filtered) were obtained, on which BOD5, COD and Total Solids (ST) analyzes were performed. Once the results of the analyzed parameters were known, they were processed, suggesting an average filter efficiency of 79.49% in BOD5, 70.78% in COD and 86.60% in TS.

The results indicate that the wood sawdust decreases the values of the parameters analyzed, but it was not possible to obtain the necessary efficiency so that the filtered water can be incorporated directly into a body of fresh water, before which the investigation is open so that continue to look for alternatives in the treatment of wastewater generated by the processes of cattle slaughter (trace waters), until obtaining the efficiency necessary to be able to evacuate the treated water directly.

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN:

ANÁLISIS DEL ASERRÍN DE MADERA COMO FILTRO NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN BAÑOS.

1.2. ANTECEDENTES

El agua es el recurso natural más importante para la existencia y desarrollo de la vida en nuestro planeta. Uno de los problemas más antiguos ocasionados por el ser humano, ha sido la generación de aguas residuales, producto de diversas actividades comerciales, industriales y cotidianas, que han venido contribuyendo a la contaminación ambiental. El crecimiento industrial y poblacional ha generado gran cantidad de aguas residuales con altos índices de contaminación, los que están afectando el desarrollo de la biodiversidad del planeta, ante lo cual, la ingeniería en el transcurso del tiempo ha venido buscando diversas alternativas para el tratamiento de las mismas.

Las alternativas más empleadas y recomendadas, por su eficiencia y bajo costo de producción, son los tratamientos de aguas residuales mediante humedales artificiales, los cuales tienen la capacidad de reducir la cantidad de materia orgánica presente, así como eliminar elementos tóxicos, dando como resultado efluentes de buena calidad, los cuales pueden incorporarse a un afluente o cuerpo hídrico sin afectar mayormente a la vida que se desarrolla en él. Los humedales mejoran la calidad ambiental, aportan nutrientes para el sostenimiento de flora y fauna, y sus efluentes pueden ser reutilizados en procesos de regadío. [1]

Los efluentes producidos por todas las actividades humanas contienen cantidades excesivas de materia orgánica, nutrientes, metales pesados y sustancias químicas, los cuales deben ser eliminados o reducidos de tal manera que no afecten al medio ambiente una vez que estos efluentes se descarguen a cualquier afluente hídrico. Para el tratamiento de estas aguas residuales se han empleado filtros con diversos materiales de conformación; en una investigación, se confirmó que sistemas de adsorción y filtración elaborados con aserrín, viruta de madera y hojas son muy eficientes para ayudar a reducir algunos parámetros del agua residual tales como: pH y color. En otra investigación se propuso el uso de biofiltros construidos esencialmente con el uso de virutas de madera y fibras orgánicas. Los principios de funcionamiento de los filtros, en estas investigaciones, están basados en la capacidad que tienen ciertos medios orgánicos de absorber y adsorber diferentes sustancias contaminantes. [2], [3]

Las aguas negras residenciales descargadas directamente sin previo tratamiento a los cuerpos de agua, están afectando la biodiversidad ya que estas no cumplen con los parámetros de control ambiental, para lo cual, se realizó un estudio experimental empleando el bagazo de caña de azúcar, aserrín de madera, residuos orgánicos de compostaje, para la conformación de biofiltros utilizados en el tratamiento de dichas aguas residuales. El modelo experimental constó de 27 filtros, conformados cada uno por cuatro capas de diferentes medios filtrantes. Este tratamiento utiliza las diferentes capas de los biofiltros para retener la mayor cantidad de sólidos suspendidos y reducir la turbidez del agua residual. Este estudio sugiere que los materiales orgánicos filtrantes de bagazo de caña de azúcar y aserrín ayudan en la remoción de N y P de las aguas residuales domésticas; mientras que los residuos orgánicos urbanos compostados elevaban las tasas de estos elementos en los efluentes recogidos en los biofiltros. [4]

1.3. JUSTIFICACIÓN

Mundialmente se ha reconocido que más del 80% de las aguas residuales generadas por la sociedad regresan al ecosistema sin haber sido tratadas o reutilizadas, por lo que, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) nos exigen haber mejorado la calidad de las aguas residuales antes de su reintegración a ríos y afluentes hídricos, para lo cual debemos emplear métodos de descontaminación de las mismas, reduciendo la contaminación, minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, disminuyendo a

la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar, y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos. [5]

Los países industrializados, tratan alrededor del 70% de las aguas residuales urbanas (industriales y municipales) que generan, mientras que, en los países de ingresos medios altos tratan el 38% y en los países de ingresos medios bajos se tratan hasta el 28% de sus efluentes. En los países de ingresos bajos, solo el 8% de las aguas residuales industriales y municipales se someten a algún tipo de tratamiento. En países de ingresos altos como Estados Unidos, Alemania, Dinamarca, se emplean plantas de tratamiento de aguas residuales muy sofisticadas y eficientes, pero de costos muy elevados. Países en pleno crecimiento como Ecuador, Colombia, Chile, buscan métodos innovadores para el tratamiento de sus efluentes, empleando materiales alternativos para la elaboración de biofiltros de aguas residuales que ayuden a la descontaminación de las mismas. [5], [6]

En Latinoamérica, muchos afluentes hídricos son receptores directos de aguas residuales domésticas e industriales sin haber recibido ningún tipo de pre-tratamiento, lo cual está generando la contaminación del agua, del suelo y del medio ambiente. Este hecho es muy preocupante para la biodiversidad de la flora y fauna, ya que Latinoamérica alberga el 40% de las especies tropicales de plantas y animales del mundo, y el 36% de las especies cultivadas de alimentos y productos industriales. La región presenta intenso interés en la preservación y protección del medio ambiente, así como la inminente preocupación por la salud humana. [7]

Actualmente en Ecuador, todo tipo de efluentes provenientes de: industrias textiles, alimenticias, farmacéuticas, mineras entre otras son desalojados, sin previo tratamiento, contaminando los ríos de las principales ciudades como: Quito, Ambato y Cuenca, provocando afecciones e intoxicaciones graves a personas en las comunidades aledañas. Diario El Comercio, menciona que, el 81% de la contaminación es por las aguas servidas, el 19% restante es causado por los desechos industriales, como químicos, aceites, etc. En Nuestro país se está en constante búsqueda de métodos efectivos para reducir el grado de contaminación. [3]

Existe una diaria descarga de desechos químicos provenientes de: camales municipales, curtiembres, fábricas de jeans e industrias alimenticias que funcionan en los cantones de

Saquisilí, Pujilí, Latacunga, Salcedo y Píllaro. El Río Ambato está siendo afectado seriamente al ser receptor de efluentes de 213 locales, 65 curtiembres, 10 fábricas de alimentos, tres empresas de cromado, 105 lubricadoras, 30 lavadoras de vehículos, a más de las aguas servidas que producen los habitantes de la capital de Tungurahua, ante lo cual, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, se han propuesto prototipos experimentales de biofiltros empleando diversos materiales biodegradables. [8]

Se necesitan plantas de tratamiento eficientes en el manejo de agua potable y aguas residuales, para mejorar las condiciones de salud y saneamiento en las regiones en vías de desarrollo, sin embargo, la falta de recursos económicos se convierte en un gran aporte para que esto no sea factible, ya que se requieren inversiones sustanciales de capital para la construcción de dichas plantas de tratamiento. Un claro ejemplo de ello es México, país en el que se estima una inversión de US\$2,900 millones para proporcionar agua limpia y servicios de saneamiento a los habitantes urbanos. [7]

Con el siguiente trabajo experimental se propone la implementación del aserrín de madera como material filtrante en los efluentes de camales, en vista que este material es económico, de fácil adquisición y existe previos registros de investigaciones de su utilización como elemento conformante de filtros para el pre-tratamiento de las aguas residuales, también se busca una alternativa económicamente viable para el tratamiento de efluentes, ya que uno de los problemas más importantes anteriormente investigados y mencionados, es la falta de recursos económicos para la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. En el caso de obtener resultados satisfactorios la propuesta del biofiltro ayudará a contribuir con la descontaminación del agua.

1.4. OBJETIVOS:

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

- Analizar el aserrín de madera como filtro natural para el tratamiento del agua residual proveniente del Camal Municipal del Cantón Baños.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico del Camal Municipal del Cantón Baños.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en el Camal Municipal del Cantón Baños.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO y DQO) y sólidos totales de las aguas residuales provenientes de camales en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el aserrín de madera puede ser utilizado como material filtrante en el pre-tratamiento de los efluentes de camales.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Aguas Residuales

Son las aguas que se generan producto de cualquier actividad humana, ya sean actividades cotidianas, comerciales, industriales, en las que está involucrado el uso del agua. Estas aguas generalmente contienen una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos, procedentes de las actividades realizadas. Son aguas con diferente composición dependiendo de los lugares de donde provengan. [9], [10]

2.1.2. Clasificación de las Aguas Residuales

A las aguas residuales podemos clasificarlas de diversas maneras, para nuestro caso la clasificaremos en función de su origen.

2.1.2.1. Aguas Residuales Urbanas (ARU).- Son los vertidos generados por las actividades humanas en los núcleos de la población urbana, como resultado de las actividades propias de estos. Las ARU se subdividen en:

- **Aguas negras, fecales o aguas sanitarias** son las aguas mezcladas con las exoneraciones corporales. Es el agua que una vez ha sido utilizada por el hombre ha quedado polucionada. Es una combinación de las aguas procedentes de los retretes de las viviendas, de los centros comerciales, etc.
- **Aguas de lavado doméstico o aguas grises** son las procedentes de los usos domésticos antes de mezclarse con las aguas fecales. Proceden del lavado de ropa, limpieza de la casa, desperdicios de comida, etc. Contienen materia en suspensión formadas por tierra, arena y diversas materias insolubles, materia orgánica, grasas, detergentes y sales diversas.

- **Agua de lluvia y lixiviados.** Es el agua que cae de las nubes en forma líquida o sólida. Es un agua que nunca es pura. Contiene disueltos distintos gases, además de determinados iones que se encuentran en la atmósfera en forma de polvo y que son resultado o consecuencia de diversos fenómenos que en ella se producen. Esto es, particularmente notable, en las zonas industriales y en las grandes aglomeraciones urbanas, en la que la atmósfera que los rodea está extraordinariamente polucionada. [8], [10], [11]

2.1.2.2. Aguas Residuales Industriales (ARI).- Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice agua. Presentan características muy distintas de las aguas residuales urbanas. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria [10], [11]

Las aguas residuales generadas por mataderos o camales son conocidas también como Aguas Residuales de Rastros. Las aguas residuales de rastros se encuentran dentro de la clasificación de las ARI. Estas aguas residuales están conformadas por altas concentraciones de materia orgánica, grasas, aceites, proteínas, nutrientes, microorganismos patógenos entre muchos otros, las cuales al ser descargadas sin tratamiento alguno, están causando gran impacto ambiental a los cuerpos de agua dulce que los recibe. [12], [13]

Entre los problemas más evidentes que generan estos efluentes sin previo tratamiento, se puede mencionar la eliminación del oxígeno disuelto en el agua de los ríos, el aumento notable de la turbidez, así como favorece el crecimiento excesivo y acelerado de algas y otras plantas verdes (fenómeno conocido como eutrofización), impidiendo que la luz solar ingrese en el agua para procesos vitales de otras especies acuáticas como el fitoplancton y peces.[12]

2.1.3. Agua (Criterios de Calidad)

Están regidos por los parámetros físicos, químicos biológicos y microbiológicos que sirven para medir el grado de contaminación en el agua. [14]

Para alcanzar los criterios de calidad en el agua residual, establecidos en el ***ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA***, el agua residual generada por las actividades industriales debe pasar por algún tipo de tratamiento.[14], [15]

En el presente proyecto se analizarán tres parámetros fundamentales para aguas residuales provenientes de camales o mataderos, y estos son: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Totales (ST)

2.1.4. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5).- Es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. [8]

2.1.5. Demanda Química de Oxígeno (DQO).- Es la medición del contenido de materia orgánica presente en aguas naturales como en aguas residuales.[8]

2.1.6. Sólidos Totales (ST).- Es la cantidad de materia suspendida o disuelta en el agua residual, que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. [8]

2.1.7. Tratamiento de las Aguas Residuales

Es un conjunto de procesos, operaciones o técnicas, a los que se debe someter el agua residual con la finalidad de descontaminarla. [15]

El tratamiento de aguas residuales generalmente consta de cuatro etapas o fases que son: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario, los cuales se deben aplicar según los niveles de contaminación del agua residual. [8], [9]

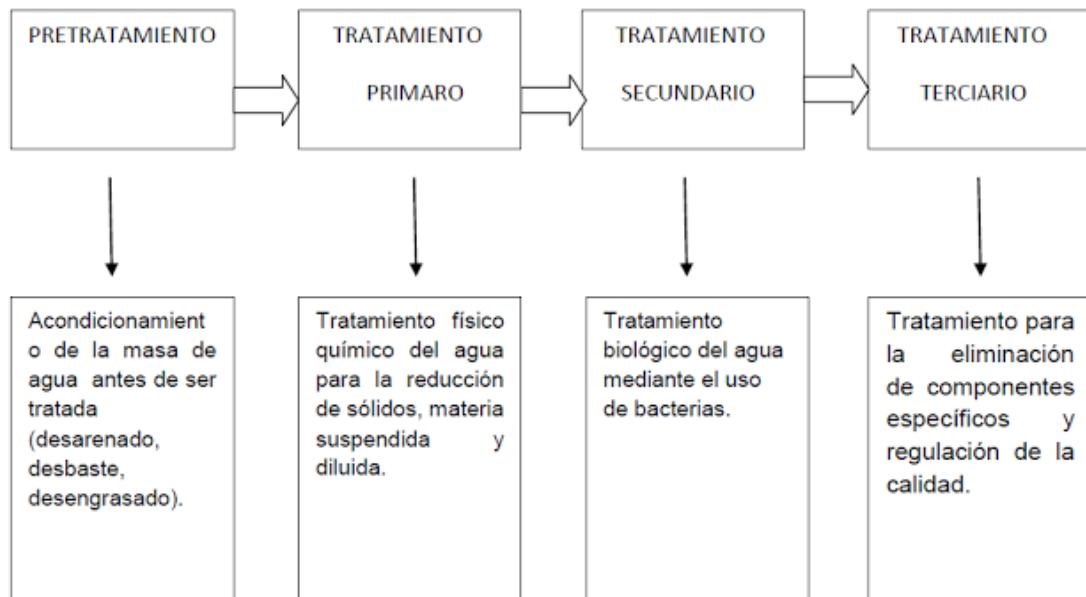


Figura 1. Esquema del Tratamiento de Aguas Residuales

Fuente: <http://todosobreaguasresiduales.blogspot.com/>

2.1.7.1 Pretratamiento.- Es el primer proceso que debe pasar el agua residual al llegar a la estación depuradora. Generalmente consta de tres etapas: desbaste, desarenado, desengrase. [9]

- **Desbaste.-** Es la separación de los elementos más gruesos (troncos, plásticos, etc.) del agua residual mediante el uso de rejillas o mallas.[9]
- **Desarenado.-** Es un tanque en el cual por medio de la acción de la gravedad las arenas se sitúan en el fondo.” [9]
- **Desengrase.-** Es el proceso de separación de los aceites y grasas del agua residual. Debido a la baja densidad de los aceites y grasas se produce la concentración de los mismos en la superficie del agua [9]

2.1.7.2 Tratamiento Primario.- Tiene como objetivo la eliminación o disminución de los sólidos suspendidos presentes en las aguas residuales, mediante procesos de filtración, decantación, floculación y coagulación. El tratamiento primario elimina un 60% de los sólidos suspendidos presentes en el agua residual. [8], [9]

- **Filtración.-** Es el paso del agua residual a través de un material que por medio de absorción y adsorción actúa como separador y retenedor de los elementos

contaminantes del agua. Los filtros de agua son dispositivos compuestos generalmente de un material que por sus cualidades y características tanto físicas, químicas y de composición, permite descontaminar y purificar el agua, ya sea residual o de fuentes naturales. [8], [9], [16]

- **Absorción.-** Es el proceso de absorber algún líquido dentro de la estructura propia del material absorbente. [16]
- **Adsorción.-** Es un proceso de atracción, por el cual átomos, moléculas y partículas de líquidos o sólidos disueltos son atrapados o retenidos en una superficie. Existen muchos materiales que gozan de estas propiedades, los cuales son muy conocidos y utilizados en procesos de filtración como es el caso del carbón activado, zeolita, gel de sílice. Existen materiales agrícolas de desecho que cuentan con estas propiedades como por ejemplo: las cáscaras de café, cáscaras de maní, bagazo de caña, cáscara de arroz y aserrín de madera, los cuales recientemente están siendo implementados y utilizados en prototipos experimentales para el tratamiento de aguas residuales.[16]
- **Decantación.-** es el descenso de las partículas más grandes y pesadas por la acción de la gravedad y la circulación lenta del agua. [9]
- **Floculación y coagulación.-** consiste en la adición de ácidos o bases que ayuden a formar flóculos los cuales son eliminados por decantación o por flotación. [9]

2.1.7.3 Tratamiento Secundario.- consiste en la eliminación de la materia orgánica mediante métodos biológicos.

Por la alimentación de los microorganismos se produce la degradación de la materia orgánica presente en las aguas residuales, generando lodos activados. [8]

En este proceso se puede ocupar biofiltros como digestores de los lodos activados. [9]

El tratamiento secundario se encarga de eliminar el 90% de los sólidos suspendidos, pero en esta etapa no se pueden eliminar algunos elementos como sales de fósforo y nitrógeno (P, N), que al ser vertidos en los cuerpos de agua dulce son los causantes del proceso de eutrofización.

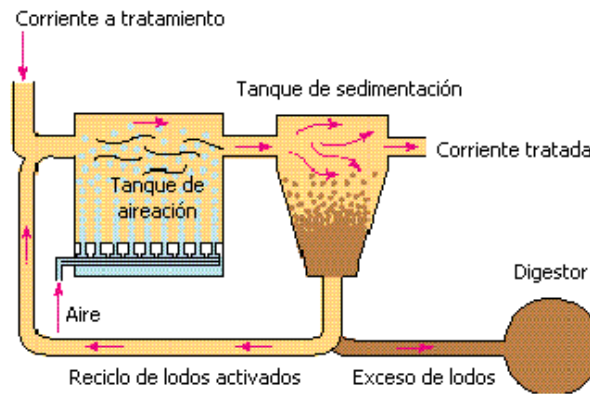


Figura 2. Esquema del Tratamiento Secundario

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

2.1.7.4. Tratamiento Terciario.- consiste en la eliminación de nutrientes P y N mediante métodos de cloración, radiación ultravioleta, etc.

2.1.7.5 Aserrín.- Es el conjunto de partículas de madera de desecho, producidas por procesos de aserrado de la madera. [8], [16]

El aserrín de madera en la actualidad es uno de los materiales con los que se está experimentando en procesos de tratamiento de aguas residuales debido a que, aparte de las dos propiedades mencionadas anteriormente goza con una serie de enzimas, y al ser de origen biológico favorece al crecimiento y desarrollo de microorganismos capaces de ayudar con el proceso de descontaminación del agua residual por medio de procesos metabólicos. [3], [16]



Figura 3. Aserrín de madera

Fuente: <http://reciclarrin.blogspot.com/2012/02/en-los-paises-industrializados-la.html>

2.2. HIPÓTESIS

H₀: El aserrín de madera disminuye alguno de los parámetros contaminantes (DBO5, DQO y ST) del agua residual del matadero o camal ubicado en la ciudad de Baños.

H₁: El aserrín de madera no disminuye ninguno de los parámetros contaminantes (DBO5, DQO y ST) del agua residual del matadero o camal ubicado en la ciudad de Baños.

2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. Variable Independiente

El material filtrante

2.3.2. Variable Dependiente

El agua residual

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

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

Investigación de laboratorio: Con la finalidad de obtener resultados de los parámetros a investigar en el agua residual, se realizará un análisis físico – químico, procesando muestras de agua residual tomadas cada cierto período tiempo, dicho análisis es necesario realizarlo en un laboratorio especializado y certificado.

Investigación experimental: El material filtrante utilizado para la elaboración del filtro, en la actualidad no es utilizado con frecuencia, por lo cual este proyecto pretende evaluar su eficiencia aplicándolo para el tratamiento del agua residual de una determinada industria, generando en base a los resultados obtenidos información que servirá para posteriores investigaciones y aplicaciones.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe tenerse en cuenta algunas características esenciales a seleccionarse, la población bajo estudio es todo aquello que se requiere investigar en este caso el agua residual, la cual depende del volumen de agua residual generada en función del tiempo, según el tipo de industria y de los procesos que en ella se desarrollan.

La población es el agua residual de la industria que va expresada en función del tiempo

(días, semanas o meses), dependiendo de la información que se posea.

$$VAR = x/t$$

En donde:

VAR = volumen de agua residual.

x = cantidad de agua residual. La x depende directamente del tiempo.

t = tiempo (días, semanas, o meses)

$$VAR = 15,1 \text{ m}^3/\text{día}$$

Muestra

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población, para este proyecto tenemos:

$$55 \text{ galones} \times 5 \text{ días laborables} = 275 \text{ gal/semana}$$

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Variable Independiente

El material filtrante

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Los materiales filtrantes son aquellos elementos de origen natural o artificial, que gozan de ciertas propiedades físicas químicas o de composición, las cuales ayudan a la descontaminación del agua residual o natural.	Calidad del agua	Evaluación hacia el vertido a un cuerpo de agua dulce (Río Pastaza)	¿El agua residual evacuada cumple con los valores permisibles?	Análisis de laboratorio normas TULSMA.
	Sistemas que retienen impurezas y partículas no deseadas en el agua.	Filtración	¿Qué parámetro reduce en mayor cantidad el proceso de filtrado?	Análisis de laboratorio.

Fuente: Tutoría de la investigación científica; Herrera E., Luis; Medina F., Arnaldo; Naranjo L., Galo.

Autor: David F. Urbina Maldonado

3.3.2. Variable Dependiente

El agua residual.

Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Son las aguas que se generan producto de cualquier actividad humana, ya sean actividades cotidianas, comerciales, industriales, en las que está involucrado el uso del agua. Son aguas con diferente composición dependiendo de los lugares de donde provengan.	Tipo de Contaminación	Agua Residual de un matadero o camal.	¿Cuál es el parámetro que produce una mayor contaminación en este tipo de agua residual?	Análisis de Laboratorio
	Análisis Físico (AF) y Químicos (AQ)	Sólidos Totales (ST)	¿Qué valor de ST posee el agua residual en estudio?	Análisis de Laboratorio
		Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	¿Qué valor de DBO5 posee el agua residual en estudio?	Análisis de Laboratorio
		Demanda Química de Oxígeno (DQO)	¿Qué valor de DQO posee el agua residual en estudio?	Análisis de Laboratorio

Fuente: Tutoría de la investigación científica; Herrera E., Luis; Medina F., Arnaldo; Naranjo L., Galo.

Autor: David F. Urbina Maldonado

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 3. Recolección de Información

Preguntas básicas	Explicación
¿Qué evaluar?	El material filtrante (aserrín de madera.)
¿Sobre qué evaluar?	Se evaluará la eficiencia y eficacia del material filtrante.
¿Sobre qué aspectos?	Sobre los parámetros físicos y químicos del agua residual: ST, DBO5, DQO, los cuales estarán sometidos a la comparación con los límites permisibles para descarga de agua residual a un cuerpo de agua dulce establecidos en la norma TULSMA.
¿Quién evalúa?	David Francisco Urbina Maldonado
¿A quiénes evalúa?	Evalúa el agua residual producida por un camal o matadero, ubicado en la ciudad de Baños de Agua Santa, antes y después del proceso de filtrado.
¿Dónde evalúan?	En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, ubicados en la Universidad Técnica de Ambato.
¿Cómo y con qué?	Mediante los resultados de los análisis Físico – Químicos de las muestras de agua, realizadas en un laboratorio certificado (Lacquanálisis S.A.)

Fuente: Tutoría de la investigación científica; Herrera E., Luis; Medina F., Arnaldo; Naranjo L., Galo.

Autor: David F. Urbina Maldonado

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

El tiempo de filtración del prototipo experimental será de 90 días de filtrado. Se ha asumido este tiempo con la finalidad de conocer el comportamiento del material en función de tiempo, para así poder determinar la vida útil del materia filtrante empleado para este tipo de agua residual, ya que en investigaciones previas se tomó un tiempo de 30 días de filtrado en los cuales los materiales filtrantes funciona de manera efectiva sin sufrir la saturación. [8], [17], [18]

Se realizará la toma de una (1) muestra de agua residual sin filtrar (agua cruda), y cada diez (10) días se tomará una muestra de agua residual después de haber pasado por el filtro de aserrín (agua filtrada), es decir que se tomaran nueve (9) muestras de agua filtrada y una (1) muestra de agua residual cruda, obteniendo un total de diez (10) muestras, las mismas que serán transportadas a un laboratorio certificado en donde se les realizaran los respectivos análisis de los parámetros de interés para este proyecto. Para el manejo, transporte y toma de muestras se deberá cumplir con la normativa INEN 2169 y 2176, ver anexo. [19], [20]

La estructura del prototipo experimental estará construida con tubo cuadrado de una pulgada sobre la cual se apoyarán dos recipientes plásticos de diferente volumen a una determinada altura. Uno de los recipientes será empleado como contenedor, con capacidad de 55 galones, el mismo que contendrá el agua residual procedente del camal, la cual será vertida al filtro por medio de una tubería (PVC de media pulgada), con una altura de caída de agua de 1 m. Para la distribución del agua residual sobre todo el área del filtro se utilizará un difusor de tol galvanizado con perforaciones en toda su área, para lograr una distribución homogénea del efluente, este difusor estará colocado sobre el filtro experimental. El filtro estará elaborado con un contenedor plástico con las siguientes dimensiones (57 x 42) cm. de base y 34 cm de altura, recipiente que contendrá el material filtrante. El material filtrante ocupará un volumen de 35 litros del contenedor, siendo el aserrín de madera el único material que actuará como filtro. Ver el cálculo del dimensionamiento y planos de detalles en anexos.

El material filtrante utilizado en el proyecto experimental será aserrín de madera de laurel, obtenido de un aserradero localizado en la parroquia de San Bartolomé de Pinllo. El

aserrín de madera será tamizado en una malla metálica tejida de 3mm de apertura por orificio. De este proceso de tamizado seleccionaremos al material que pase el tamiz, obteniendo un material filtrante homogéneo, el material retenido será desechado.

Los parámetros a ser considerados para realizar los análisis Físico – Químicos del agua residual cruda y filtrada son los establecidos en uno de los objetivos, y estos son:

- ✓ Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)
- ✓ Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- ✓ Sólidos Totales (ST)

Los resultados obtenidos serán comparados con los valores establecidos en la tabla 10 del LIBRO VI Anexo 1: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO: AGUA DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE. [15], para conocer y determinar si los parámetros del agua filtrada analizada están dentro de los límites permitidos para realizar la descarga hacia un cuerpo de agua dulce. Esta tabla fue seleccionada debido a que las aguas residuales generadas en el camal elegido para el proyecto (Matadero Municipal de Baños de Agua Santa), descarga sus efluentes a un cuerpo de agua dulce (Río Pastaza).

Tabla 4. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITES
DBO5	mg/l	100
DQO	mg/l	200
ST	mg/l	1600

Fuente: LIBRO VI Anexo 1: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO: AGUA DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE.

Autor: David F. Urbina Maldonado

Infraestructura y Funcionamiento del Camal

Mediante una conversación y recorrido por las instalaciones del camal, mantenida con los encargados del funcionamiento y control del establecimiento se pudo recolectar la siguiente información. El matadero cuenta con la siguiente infraestructura:

1. Ingreso vehicular.
2. Rampas de descarga del ganado.
3. Corral de aislamiento.
4. Corral de descanso.
5. Abrevaderos.
6. Corral de porcinos.
7. Comederos para el ganado.
8. Mangas para guiar el ganado.
9. Cuarto de operaciones y mantenimiento.
10. Vestidores.
11. Laboratorio.
12. Bodega.
13. Cuarto de faenamiento.
14. Cuarto de izado para el degüelle.
15. Cuarto de chamuscado.
16. Cuarto de lavado de vísceras.
17. Cuarto de corte y descuerado.
18. Cuarto de refrigeración.
19. Patio de maniobras para el embarque de productos.
20. Áreas verdes.
21. Instalaciones eléctricas.
22. Instalaciones hidrosanitarias de aguas servidas.
23. Instalaciones hidrosanitarias de aguas residuales.
24. Red de agua potable.

Ver en anexo b.1. (planos)

Diagrama de Procesos para el Faenamiento del Ganado

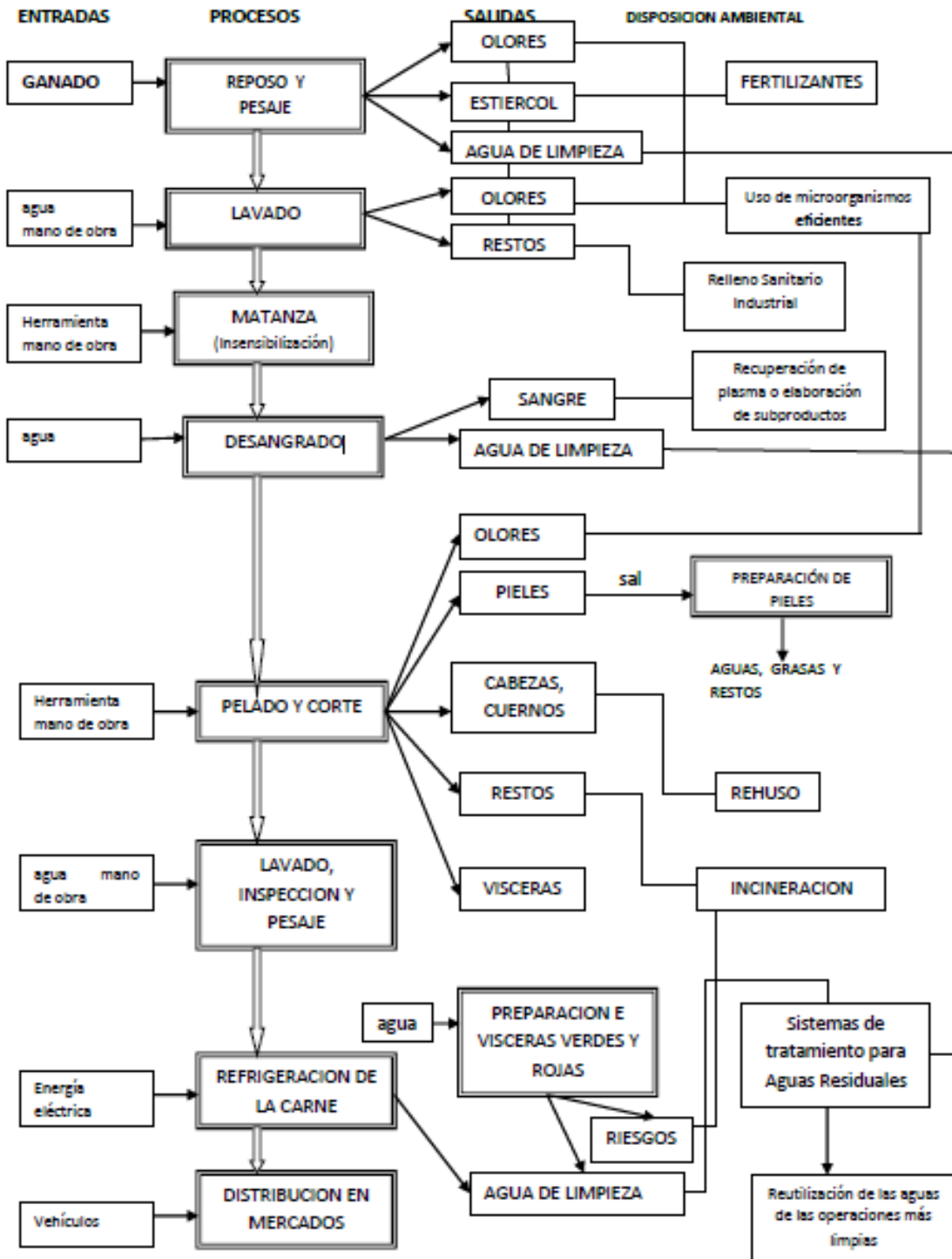


Figura: Diagrama de Procesos para el Faenamiento del Ganado

Fuente: Proyecto de Remodelación del Camal Municipal del Cantón Baños de Agua Santa; J. Fierro [21]

Bienestar Animal Faenamiento de Animales de Producción; AGROCALIDAD [22]

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

En función a cada uno de los objetivos planteados para este proyecto se presenta los siguientes datos recolectados.

4.1.1. Datos para Determinar el Comportamiento de los Caudales utilizados en el Camal Municipal Del Cantón Baños de Agua Santa.

Mediante una revisión de los registros diarios de faenamiento realizados en el camal durante dos semanas se pudo obtener los siguientes datos:

Tabla 5. Número de Animales Faenados durante dos Semanas del mes de Agosto

Día	Fecha	Número de Ganado Bovino Faenado	Número de Ganado Porcino Faenado
1	01/08/2017	3	9
2	02/08/2017	4	2
3	03/08/2017	3	5
4	04/08/2017	9	8
5	07/08/2017	4	4
6	08/08/2017	5	9
7	09/08/2017	4	1
8	10/08/2017	3	3
9	11/08/2017	11	18
10	14/08/2017	4	1

Autor: David F. Urbina Maldonado

Tabla 6. Volúmenes de Consumo Diario de Agua

DIA	FECHA	VOLUMEN DIARIO DE AGUA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE FAENAMIENTO (m³)	VOLUMEN DIARIO DE AGUA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE LIMPIEZA DEL CAMAL Y ABASTECIMIENTO DE LOS ABREVADEROS (m³)
1	01/08/2017	12,5	2
2	02/08/2017	6,5	3
3	03/08/2017	10	3
4	04/08/2017	16	2
5	07/08/2017	10	3
6	08/08/2017	15	2
7	09/08/2017	8	3
8	10/08/2017	7,5	3
9	11/08/2017	29	6
10	14/08/2017	7,5	2

Autor: David F. Urbina Maldonado

Nota: Los volúmenes de consumo diario de agua fueron tomados mediante las lecturas del medidor de agua previamente instalado.

4.1.2. Monitoreo de las Características de Biodegradabilidad

El filtro se mantuvo en constante funcionamiento durante un período de 90 días, realizando la toma de muestras cada diez días, las mismas que fueron transportadas para su análisis a un laboratorio especializado y certificado, de las cuales se obtuvo la siguiente información:

Tabla 7. Número de Muestras y Parámetros Analizados

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Número de muestras Parámetros	Día 1	Día 10 (D10)	Día 20 (D20)	Día 30 (D30)	Día 40 (D40)	Día 50 (D50)	Día 60 (D60)	Día 70 (D70)	Día 80 (D80)	Día 90 (D90)
DBO5	x	x	X	X	x	x	x	x	x	x
DQO	x	x	X	X	x	x	x	x	x	x
ST	x	x	X	X	x	x	x	x	x	x

Autor: David F. Urbina Maldonado



Antes del proceso de filtración (agua cruda)



Después del proceso de filtración (agua filtrada)

4.1.3. Datos de los Análisis

Día 1

El análisis del agua cruda arrojó los siguientes resultados:

Tabla 8. Análisis sin Filtrar

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	574,80
DQO	mg/l	889
ST	mg/l	3181

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 10

Resultados del primer análisis después del proceso de filtración:

Tabla 9. Análisis Agua Residual Filtrada D10

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	85,88
DQO	mg/l	200
ST	mg/l	465

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 20

Resultados del segundo análisis después del proceso de filtración:

Tabla 10. Análisis Agua Residual Filtrada D20

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	194,54
DQO	mg/l	268
ST	mg/l	491

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 30

Resultados del tercer análisis después del proceso de filtración:

Tabla 11. Análisis Agua Residual Filtrada D30

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	118
DQO	mg/l	184
ST	mg/l	331

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 40

Resultados del cuarto análisis después del proceso de filtración:

Tabla 12. Análisis Agua Residual Filtrada D40

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	17,37
DQO	mg/l	217
ST	mg/l	401

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 50

Resultados del quinto análisis después del proceso de filtración:

Tabla 13. Análisis Agua Residual Filtrada D50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	35,14
DQO	mg/l	164
ST	mg/l	401

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 60

Resultados del sexto análisis después del proceso de filtración:

Tabla 14. Análisis Agua Residual Filtrada D60

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	45,2
DQO	mg/l	172
ST	mg/l	338

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 70

Resultados del séptimo análisis después del proceso de filtración:

Tabla 15. Análisis Agua Residual Filtrada D70

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	223
DQO	mg/l	611
ST	mg/l	791

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 80

Resultados del octavo análisis después del proceso de filtración:

Tabla 16. Análisis Agua Residual Filtrada D80

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	130,78
DQO	mg/l	198
ST	mg/l	179

Autor: David F. Urbina Maldonado

Día 90

Resultados del noveno análisis después del proceso de filtración:

Tabla 17. Análisis Agua Residual Filtrada D90

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
DBO5	mg/l	211,35
DQO	mg/l	324
ST	mg/l	439

Autor: David F. Urbina Maldonado

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1. Análisis de los Datos para el Cálculo de Caudales.

Tabla 18. Cálculo de Caudales

DIA (N)	FECHA	VOLUMEN DIARIO DE AGUA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE FAENAMIENTO (m ³) (V1 _{día})	VOLUMEN DIARIO DE AGUA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE LIMPIEZA DEL CAMAL Y ABASTECIMIENTO DE LOS ABREVADEROS (m ³) (V2 _{día})
1	01/08/2017	12,5	2
2	02/08/2017	6,5	3
3	03/08/2017	10	3
4	04/08/2017	16	2
5	07/08/2017	10	3
6	08/08/2017	15	2
7	09/08/2017	8	3
8	10/08/2017	7,5	3
9	11/08/2017	29	6
10	14/08/2017	7,5	2
SUMATORIA Σ		122	29
$Q_{día} = \frac{\sum V_{día}}{N}$		12,20	2,9

Autor: David F. Urbina Maldonado

Para el cálculo del caudal diario que se ocupa en el camal se aplicó la siguiente formula:

$$Q_{día} = \frac{\sum V_{día}}{N}$$

En donde:

$Q_{día}$: Caudal diario

$\sum V_{día}$: Sumatoria de los volúmenes diarios de consumo de agua potable en el camal

N : Número de días

Caudal diario de agua utilizada en los procesos de faenamiento

$$Q1_{día} = \frac{\sum V_{día}}{N}$$

$$Q1_{día} = \frac{122}{10} \qquad \qquad \qquad Q1_{día} = 12,20 \text{ m}^3/\text{día}$$

Caudal diario de agua utilizada en los procesos de limpieza del camal y abastecimiento de los abrevaderos

$$Q2_{día} = \frac{\sum V_{día}}{N}$$

$$Q2_{día} = \frac{29}{10} \qquad \qquad \qquad Q2_{día} = 2,9 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tabla 19. Promedio Diario de Animales Faenados

Día	Fecha	Número de Ganado Bovino Faenado	Número de Ganado Porcino Faenado	Número animales Faenados
1	01/08/2017	3	9	12
2	02/08/2017	4	2	6
3	03/08/2017	3	5	8
4	04/08/2017	9	8	17
5	07/08/2017	4	4	8
6	08/08/2017	5	9	14
7	09/08/2017	4	1	5
8	10/08/2017	3	3	6
9	11/08/2017	11	18	29
10	14/08/2017	4	1	5
			SUMATORIA	110
			PROMEDIO DE ANIMALES FAENADOS DIARIAMENTE (animales/día) (#de animales día)	11

Autor: David F. Urbina Maldonado

Caudal de agua utilizado para el faenamiento de un animal

$$Q3 = \frac{Q1_{día}}{\#de\ animales\ día}$$

En donde:

Q3: Caudal usado para el faenamiento de un animal.

Q1_{día}: Caudal diario de agua utilizada en los procesos de faenamiento

#de animales día: Promedio de animales faenados diariamente

$$Q3 = \frac{Q1_{día}}{\#de\ animales\ día}$$

$$Q3 = \frac{12,20}{11} \frac{\frac{m^3}{día}}{\frac{animales}{día}}$$

$$Q3 = 1,11\ m^3 / animal \cong 1m^3 / animal$$

Tabla 20. Resumen de Caudales Calculados.

	SIMBOLO	CAUDAL	UNIDAD
CAUDAL PROMEDIO DE CONSUMO DIARIO DE AGUA, UTILIZADO EN LOS PROCESOS DE FAENAMIENTO	<i>Q1_{día}</i>	12,20	m ³ /día
CAUDAL PROMEDIO DE CONSUMO DIARIO DE AGUA, UTILIZADO PARA LIMPIEZA DEL CAMAL Y ABASTECIMIENTO DE LOS ABREBADEROS	<i>Q2_{día}</i>	2,9	m ³ /día
CAUDAL DE AGUA UTILIZADO PARA EL FAENAMIENTO DE UN UN ANIMAL	<i>Q3</i>	1,0	m ³ /animal

Autor: David F. Urbina Maldonado

4.2.2. Análisis de los parámetros establecidos

Para comprender y analizar si los resultados de cada uno de los parámetros investigados, obtenidos mediante los análisis de laboratorio, se encuentran dentro de los límites permitidos para realizar la descarga hacia un cuerpo de agua dulce, se ha realizado una tabulación de cada parámetro planteado en este proyecto:

Demanda Biológica de Oxígeno DBO5

Tabla 21. Tiempo-DBO5-Límite.

TIEMPO (Días)	DBO5 (mg/lt)	LÍMITE (mg/lt)
Agua sin filtrar	574,8	100
10	85,88	100
20	194,54	100
30	118	100
40	17,37	100
50	35,14	100
60	45,2	100
70	223	100
80	130,78	100
90	211,35	100

Autor: David F. Urbina Maldonado

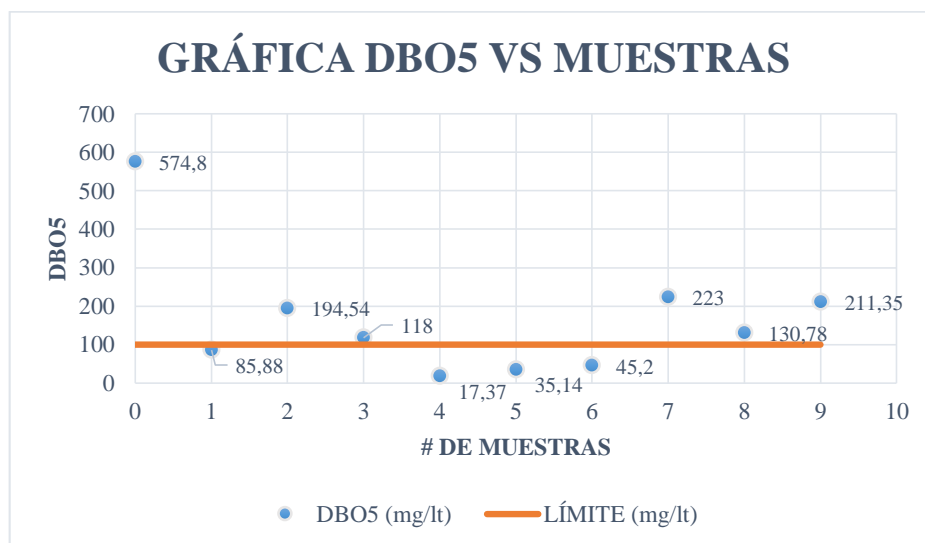


Gráfico 1. Valores de DBO5

Autor: David F. Urbina Maldonado

Demanda Química de Oxígeno DQO

Tabla 22. Tiempo-DQO-Límite.

TIEMPO (Días)	DQO (mg/l)	LÍMITE (mg/l)
Agua sin filtrar	889	200
10	200	200
20	268	200
30	184	200
40	217	200
50	164	200
60	172	200
70	611	200
80	198	200
90	324	200

Autor: David F. Urbina Maldonado

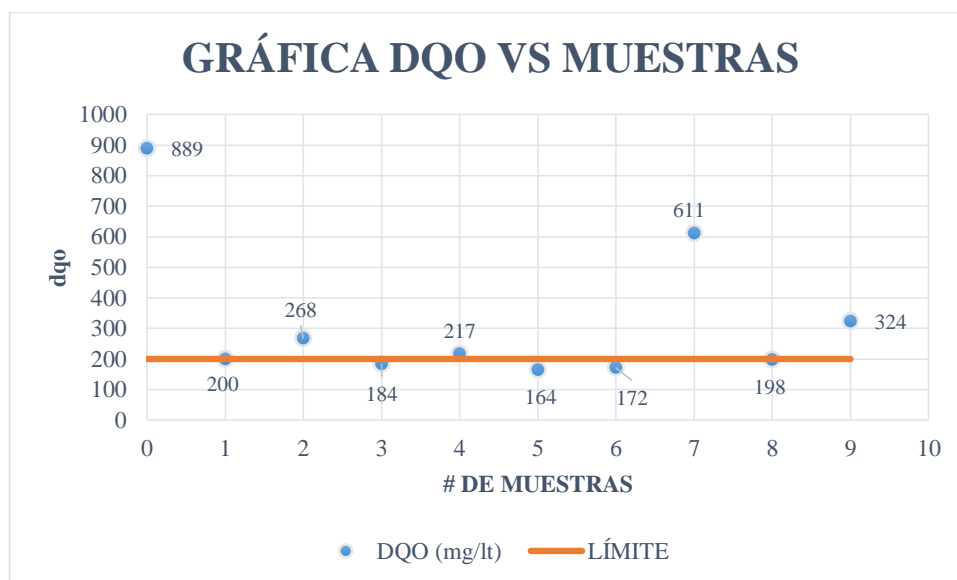


Gráfico 2. Valores de DQO

Autor: David F. Urbina Maldonado

Sólidos Totales ST

Tabla 23. Tiempo-ST-Límite.

TIEMPO (Días)	ST (mg/l)	LÍMITE
0	3181	1600
10	465	1600
20	491	1600
30	331	1600
40	401	1600
50	401	1600
60	338	1600
70	791	1600
80	179	1600
90	439	1600

Autor: David F. Urbina Maldonado

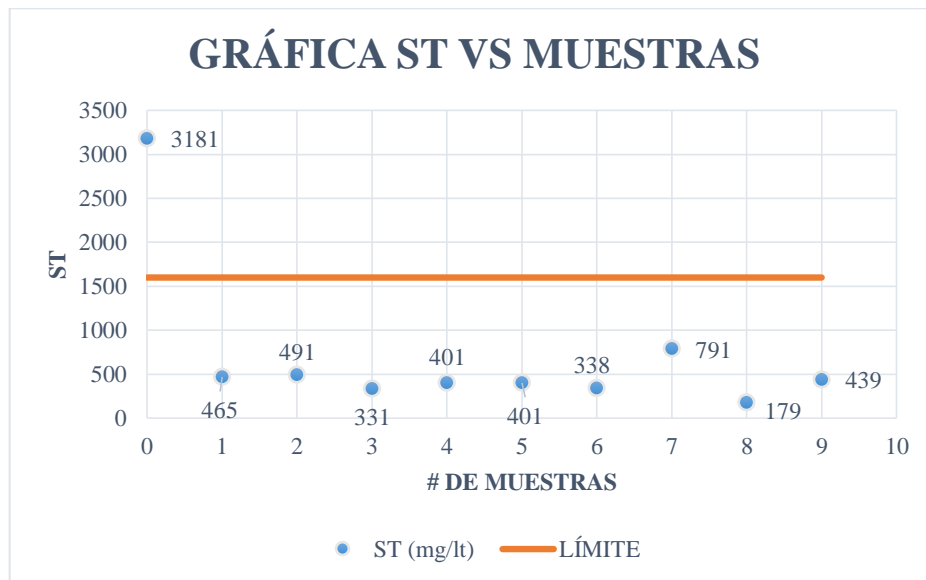


Gráfico 3. Valores de ST

Autor: David F. Urbina Maldonado

4.2.3. Análisis de la eficiencia del filtro

El agua sin filtrar (agua cruda) representa el 100 % de contaminación en todos los parámetros investigados.

Para el cálculo de la eficiencia del filtro se empleó la siguiente formula:

$$eficiencia = \frac{M1 - Mfl}{M1} * 100$$

En donde:

M1 = resultado de los análisis de la muestra cruda.

Mfl = resultado de los análisis de la muestra filtrada.

Demanda Biológica de Oxígeno DBO5

Tabla 24. Eficiencia del Filtro para DBO5

TIEMPO (Días)	DBO5 (mg/lt)	PORCENTAJE DE CONTAMINACIÓN (%)	EFICIENCIA DEL FILTRO (%)
Agua sin filtrar	574,8	100	-
10	85,88	14,94	85,06
20	194,54	33,84	66,16
30	118	20,53	79,47
40	17,37	3,02	96,98
50	35,14	6,11	93,89
60	45,2	7,86	92,14
70	223	38,80	61,20
80	130,78	22,75	77,25
90	211,35	36,77	63,23
PROMEDIO DE EFICIENCIA DEL FILTRO			79,49

Autor: David F. Urbina Maldonado

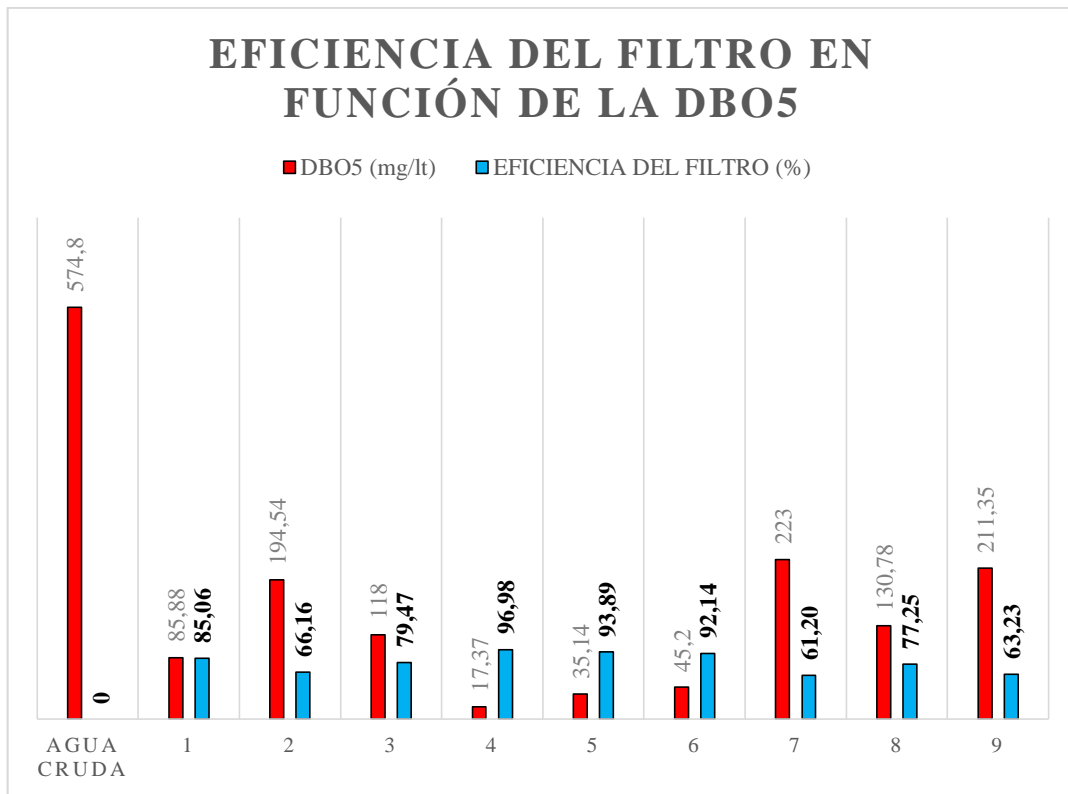


Gráfico 4. Análisis Comparativo de los Resultados de DBO5

Autor: David F. Urbina Maldonado

Límite permitido expresado en porcentaje en función del 100% de contaminación

$$574,8 - 100\%$$

$$100 - X$$

$$X = \frac{100 * 100}{574,8}$$

X= 17,40% de contaminación ∴ la eficiencia del filtro para estar dentro de los límites permisibles para realizar la descarga a un cuerpo de agua dulce sería del **82,6%**

Al ser menor el promedio de la eficiencia del filtro que la eficiencia requerida (79,49% < 82,60%) el agua filtrada no puede ser vertida directamente a un cuerpo de agua dulce.

Demanda Química de Oxígeno DQO

Tabla 25. Eficiencia del Filtro para DQO

TIEMPO (Días)	DQO (mg/l)	PORCENTAJE DE CONTAMINACIÓN (%)	EFICIENCIA DEL FILTRO (%)
Agua sin filtrar	889	100	-
10	200	22,50	77,50
20	268	30,15	69,85
30	184	20,70	79,30
40	217	24,41	75,59
50	164	18,45	81,55
60	172	19,35	80,65
70	611	68,73	31,27
80	198	22,27	77,73
90	324	36,45	63,55
PROMEDIO DE EFICIENCIA DEL FILTRO			70,78

Autor: David F. Urbina Maldonado

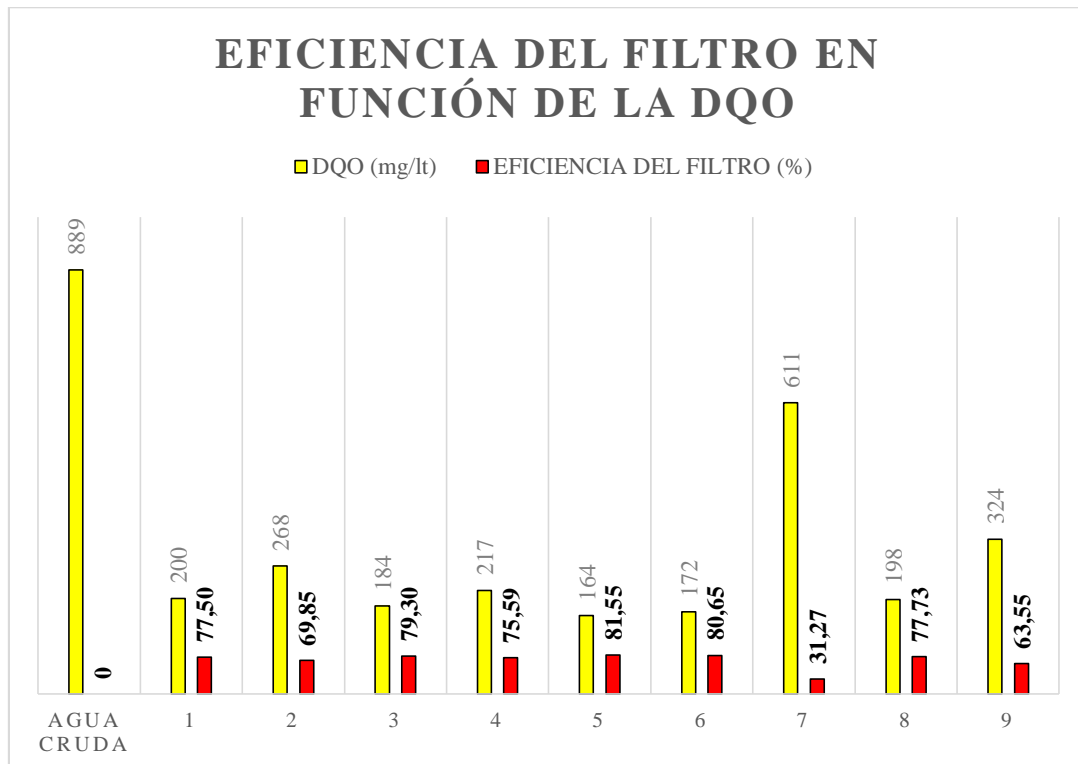


Gráfico 5. Análisis Comparativo de los Resultados de DQO

Autor: David F. Urbina Maldonado

Límite permitido expresado en porcentaje en función del 100% de contaminación

889 – 100%

200 – X

$$X = \frac{200 * 100}{889}$$

X= 22,50% de contaminación ∴ la eficiencia del filtro para estar dentro de los límites permisibles para realizar la descarga a un cuerpo de agua dulce sería del **77,5%**

Al ser menor el promedio de la eficiencia del filtro que la eficiencia requerida (70,78% < 77,50%) el agua filtrada no puede ser vertida directamente a un cuerpo de agua dulce.

Sólidos Totales ST

Tabla 26. Eficiencia del Filtro para ST

TIEMPO (Días)	ST (mg/lt)	PORCENTAJE DE CONTAMINACIÓN (%)	EFICIENCIA DEL FILTRO (%)
Agua sin filtrar	3181	100	-
10	465	14,62	85,38
20	491	15,44	84,56
30	331	10,41	89,59
40	401	12,61	87,39
50	401	12,61	87,39
60	338	10,63	89,37
70	791	24,87	75,13
80	179	5,63	94,37
90	439	13,80	86,20
PROMEDIO DE EFICIENCIA DEL FILTRO			86,60

Autor: David F. Urbina Maldonado

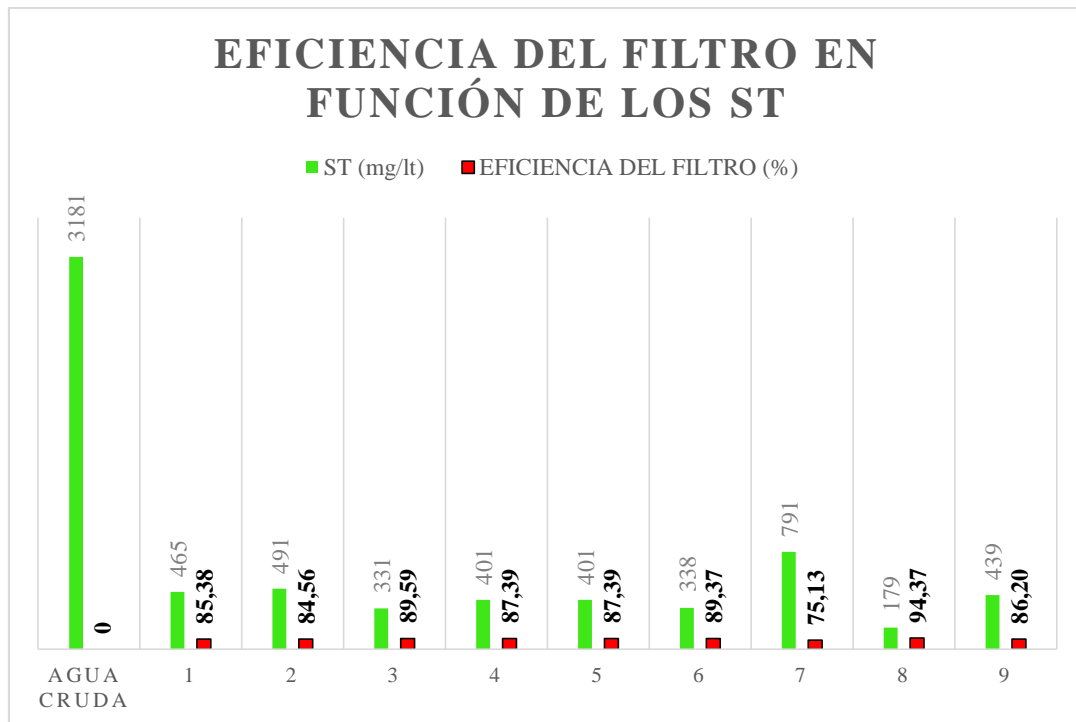


Gráfico 6. Análisis Comparativo de los Resultados de ST

Autor: David F. Urbina Maldonado

Límite permitido expresado en porcentaje en función del 100% de contaminación

$$3181 - 100\%$$

$$1600 - X$$

$$X = \frac{1600 * 100}{3181}$$

X= 50,30% de contaminación ∴ la eficiencia del filtro para estar dentro de los límites permisibles para realizar la descarga a un cuerpo de agua dulce sería del **49,70%**

Al ser mayor el promedio de la eficiencia del filtro que la eficiencia requerida (86,60%>50,30%) el agua filtrada puede ser vertida directamente a un cuerpo de agua dulce.

Eficiencia promedio

$$Ep = \frac{\text{eficiencia promedio de la DBO5} + \text{eficiencia promedio de la DQO} + \text{eficiencia promedio de los ST}}{3}$$

$$Ep = \frac{79,49 + 70,78 + 86,60}{3}$$

$$Ep = 78,96\%$$

4.2.4. Interpretación de resultados, tablas y gráficos.

Con el análisis de laboratorio del agua cruda se obtuvo un valor de la DBO5 de 574,8 mg/lit, valor que es superior al límite de descarga permitido, límite establecido en la tabla 4. Durante el período de funcionamiento del filtro se han realizado nueve análisis de agua filtrada, en el gráfico se aprecia que todos los valores de la DBO5 disminuyen después del proceso de filtración, sin embargo a partir del día 30 hasta el día 64 se obtuvo resultados de la DBO5 que cumplen con valores menores al límite de descarga. En el día 64, en la gráfica se puede apreciar que los valores de la DBO5 empiezan a aumentar.

Con el análisis de laboratorio del agua cruda se obtuvo un valor de la DQO de 889 mg/lit, valor que es superior al límite de descarga permitido, límite establecido en la tabla 4. Durante el período de funcionamiento del filtro se han realizado nueve análisis de agua filtrada, en el gráfico se aprecia que todos los valores de la DQO disminuyen después del proceso de filtración, sin embargo solo en los resultados de las muestras tomadas en los días 10-30-50-60 y 80 se obtuvo resultados de la DQO que cumplen con valores menores al límite de descarga. Según se observa en el gráfico a partir del día 62 se puede apreciar que los valores de la DQO aumentan drásticamente, luego disminuyen y en el último análisis vuelve a aumentar.

Con el análisis de laboratorio del agua cruda se obtuvo un valor de los ST de 3181 mg/lit, valor que es superior al límite de descarga permitido, límite establecido en la tabla 4. Durante el período de funcionamiento del filtro se han realizado nueve análisis de agua filtrada, en el gráfico se aprecia que todos los valores de los ST disminuyen después del proceso de filtración, y es el único de los parámetros investigados en el que en todos los análisis del agua después del proceso de filtración se encuentran dentro del límite establecido en la tabla 4. Según se observa en el gráfico al igual que en los dos parámetros

anteriores, a partir del día 62 se puede apreciar que los valores de los ST aumentan, disminuyen y vuelven a aumentar.

El filtro ayudo a reducir los valores en todos parámetros analizados, obteniendo eficiencias promedio de (79,49% en la DBO5, 70,78% de la DQO y 86,60% de los ST) valores de eficiencia que son menores al (99% en la DBO5, 96% en la DQO, 99% de los ST), obtenido en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un rastro avícola, mediante el funcionamiento de un biofiltro conformado por la estratificación de astillas de madera y turba. [3]

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos nos permiten afirmar que la hipótesis nula se cumple, ya que el material filtrante empleado, disminuyó el grado de contaminación de todos los parámetros establecidos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El Camal Municipal del Cantón Baños cuenta con la infraestructura necesaria para que en él se pueda desarrollar las actividades de faenamiento sin ningún problema, cumpliendo con los requerimientos establecidos en las leyes vigentes.
- Los procesos que se desarrollan para el faenamiento de los animales de abasto son eficientes, esto en función de los caudales calculados, ya que se obtuvo un caudal promedio de un metro cúbico de agua por animal faenado, valor que está dentro del rango establecido en la normativa de AGROCALIDAD en la que se menciona que se debe usar como máximo un metro cubico de agua por animal faenado, para así optimizar el recurso agua.
- En el Camal Municipal del Cantón Baños se está empleando un caudal de $12,20 \text{ m}^3/\text{día}$ para los procesos de faenamiento, mientras que se está ocupando un caudal de $2,9 \text{ m}^3/\text{día}$ para procesos de limpieza del establecimiento y abastecimiento de los abrevaderos de los animales.
- El material experimental ayudó a reducir los valores de todos los parámetros de calidad del agua, establecidos en los objetivos de este proyecto, por lo tanto, el aserrín de madera puede ser utilizado como material filtrante en el pre-tratamiento de los efluentes de camales.

- El material redujo el valor de la DBO5 en todas las muestras de agua filtrada analizadas, obteniendo una reducción promedio de la DBO5 del 79,49% con respecto a los resultados del análisis de la muestra de agua residual cruda.
- El material redujo el valor de la DQO en todas las muestras de agua filtrada analizadas, obteniendo una reducción promedio de la DQO del 70,78% con respecto a los resultados del análisis de la muestra de agua residual cruda.
- El material redujo el valor de los ST en todas las muestras de agua filtrada analizadas, obteniendo una reducción promedio de los ST del 86,60% con respecto a los resultados del análisis de la muestra de agua residual cruda.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la investigación desarrollada, tratando de implementar una estratificación de materiales filtrantes hasta llegar a obtener la eficiencia requerida.
- Es recomendable limpiar y destapar diariamente el difusor del agua residual, para que así el filtro se mantenga siempre en funcionamiento.
- Las muestras se deben tomar cumpliendo con las normativas para así garantizar que los resultados sean reales la mismas que se deben llevar a un laboratorio certificado para obtener resultados confiables.
- Se recomienda retirar la capa superior de material retenido en el filtro cuando se presente problemas de permeabilidad, así garantizando el buen funcionamiento.

MATERIALES DE REFERENCIA

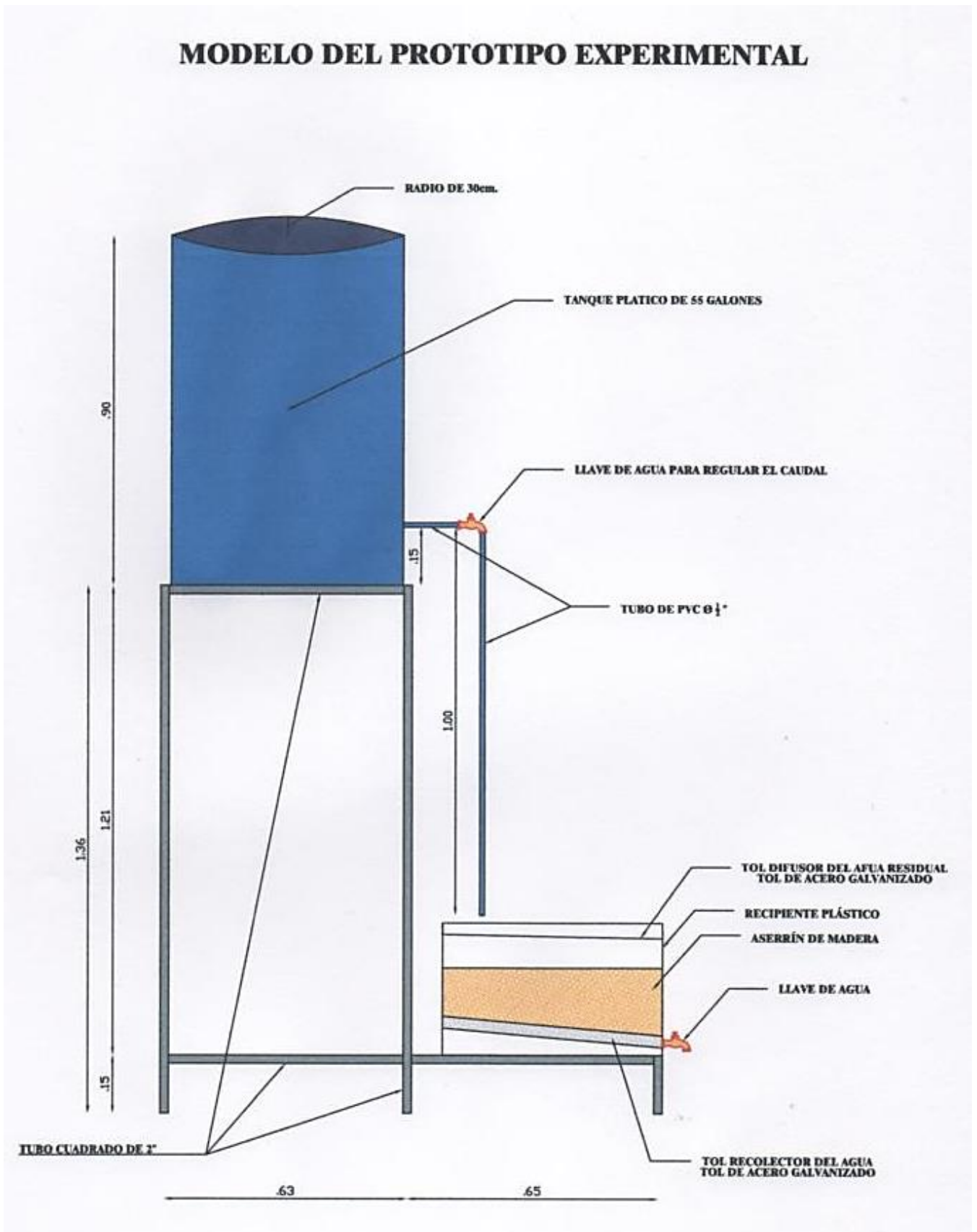
a. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Arias and H. Brix, “Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales,” *Cienc. e Ing. Neogranadina*, no. 13, pp. 17–24, 2003.
- [2] L. F. Barrios-Ziolo, L. F. Gaviria-Restrepo, E. A. Agudelo, and S. A. Cardona-Gallo, “Technologies for the removal of dyes and pigments present in wastewater. A review,” *DYNA*, vol. 82, no. 191, pp. 118–126, 2015.
- [3] M. A. Garzón-Zúñiga, G. Buelna, and G. E. Moeller-Chávez, “La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 3, no. 3, pp. 153–161, 2012.
- [4] R. Oliveira, A. Alves, S. Campos, M. Ferreira, and M. Soares Costa, “Application rates and filtering materials for biofilters in house sewage,” *Idesia*, vol. 31, no. 1, pp. 5–13, 2013.
- [5] F. D. E. Datos, “Día Mundial del Agua 2017 : ¿ Por qué gastar agua ?,” no. objetivo 3, pp. 3–8, 2017.
- [6] M. A. Sánchez Góngora, I. E. Peón Escalante, T. Cardona Juárez, L. Ortega Arroyo, and G. Urriolagoitia Calderón, “Evaluación inicial de parámetros de campo en un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de aguas residuales,” *Rev. Colomb. Biotecnol.*, vol. 18, no. 1, pp. 173–184, 2016.
- [7] K. Reynolds, “Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema,” *La Llave*, p. 4, 2002.
- [8] M. Jiménez, “Evaluación de un filtro artesanal a base de bagazo de caña de maiz, aserrín, ceniza de carbon vegetal y grava,” Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [9] VI. Arana, *GUITAR, Guia Para La Toma De Decisiones En La Selección De Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales No Convencionales*, Primera Ed. Lima-Perú.
- [10] J. V. Reyes, “Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales,” *Ing. y Desarro.*, pp. 41–56, 2016.
- [11] CENTA, “Manual de depuración de aguas residuales urbanas,” *Centa, Secr. Alianza por el agua, Ecol. y Desarro.*, p. 264, 2008.
- [12] L. Romero, F. Ramírez, C. Álvarez, and M. G. Miranda, “Uso De Hidrófitas Y Un Sistema Anaerobio Para El Tratamiento De Agua Residual De Rastro,” *Plibotánica*, vol. 31, no. Marzo, pp. 157–167, 2011.

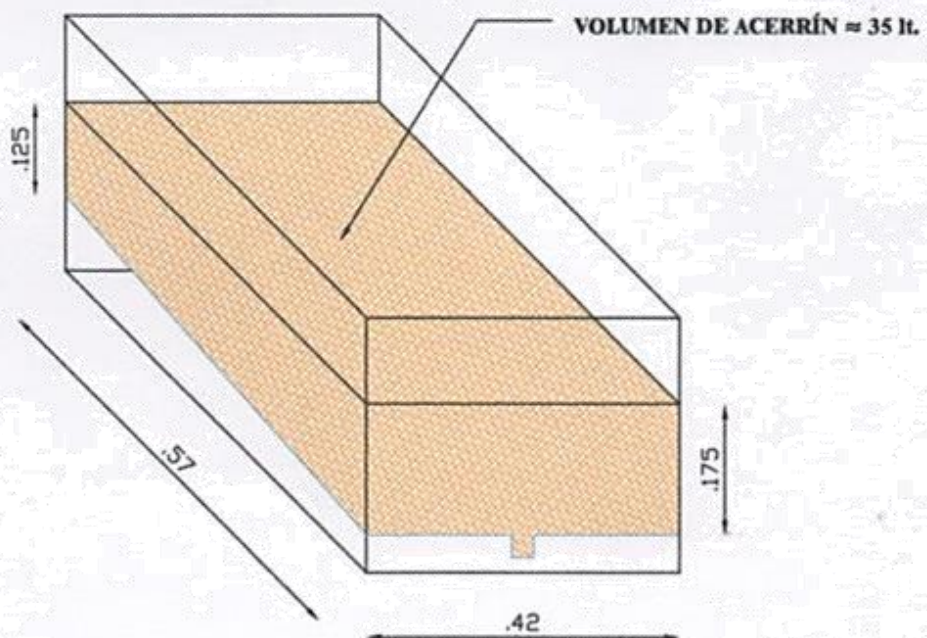
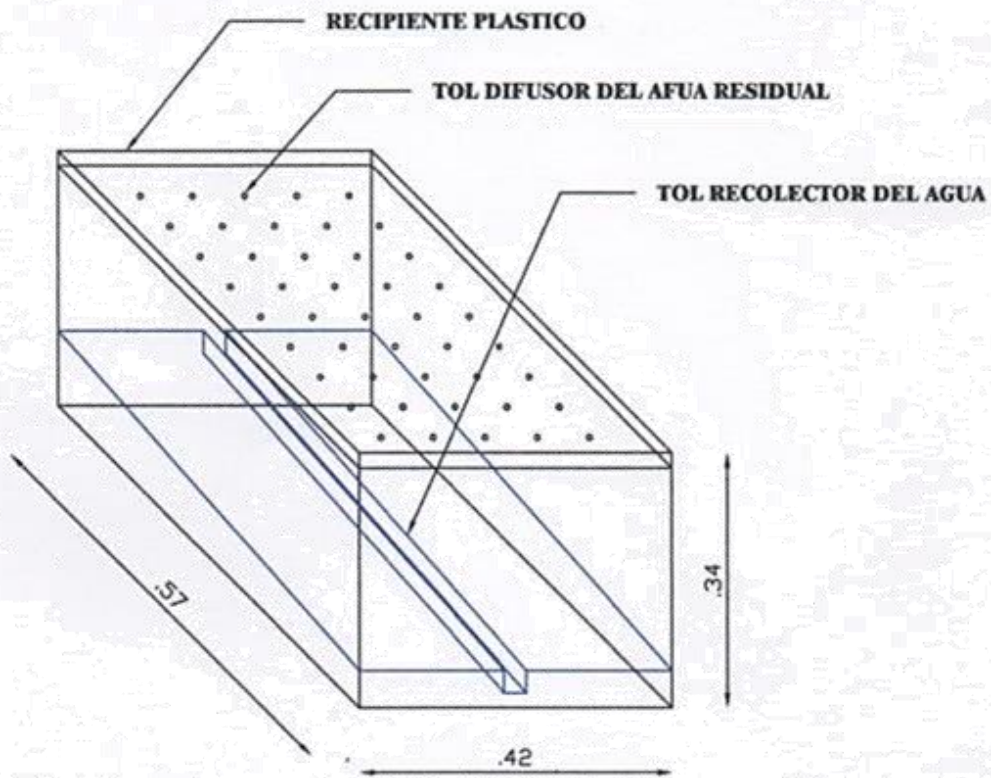
- [13] B. CASTAÑEDA, “Universidad veracruzana,” UNIVERSIDAD VERACRUZANA, 2011.
- [14] Ministerio del Ambiente, *ACUERDO NO. 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA*. Quito, 2015.
- [15] Ministerio del Ambiente, *Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislacion Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua*. Quito, 2014, pp. 1–37.
- [16] M. JIMÉNEZ, “Evaluación del Potencial de Adsorción del Aserrín Para Remover Aceites Pesados en Cuerpos de Agua a Escala Laboratorio,” Universidad De Cartagena, 2012.
- [17] M. González and J. Saldarriaga, “Remoción biológica de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en un sistema tipo anaerobio-anóxico-aerobio,” *Rev. EIA*, no. 10, pp. 45–53, 2008.
- [18] E. F. Fassnacht, N. Patricia, M. Sevilla, S. S. Ruvalcaba, J. Antonio, and Á. Reyes, “Directorio Instituto Politécnico Nacional Directorio del CIIDIR-IPN Unidad Durango,” *vidsupra*, vol. 6, 2014.
- [19] Instituto Ecuatoriano de Normalizacion, *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169, AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS*. Quito, 2013, p. 26.
- [20] Instituto Ecuatoriano de Normalizacion INEN, *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2176, AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO*, vol. First Edit. Quito, 2013, pp. 7–12.
- [21] J. Fierro, “Categoría Iii Proyecto : ‘ Camal Municipal De Baños De Agua Santa ’.”, Baños de Agua Santa, 2015.
- [22] Agrocalidad, *Bienestar Animal Faenamiento de Animales de Producción*. Quito, 2013.

b. ANEXOS

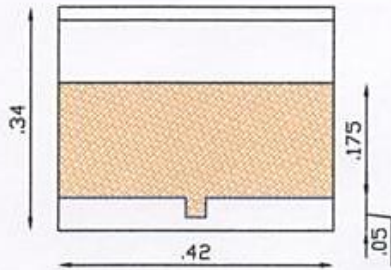
b.1. Planos



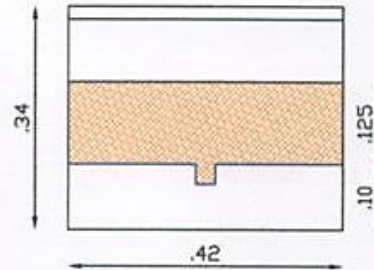
DETALLES DEL FILTRO



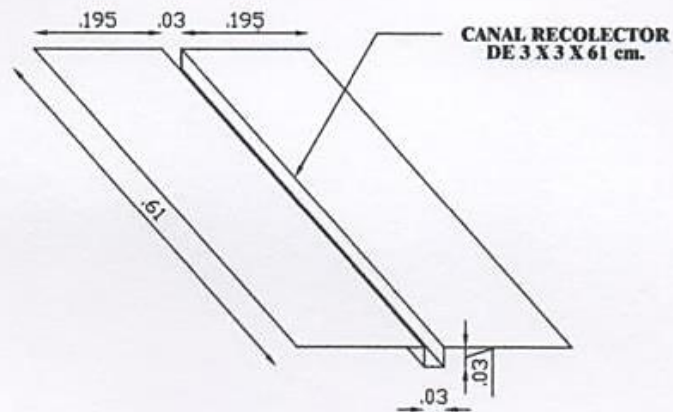
VISTA FRONTAL



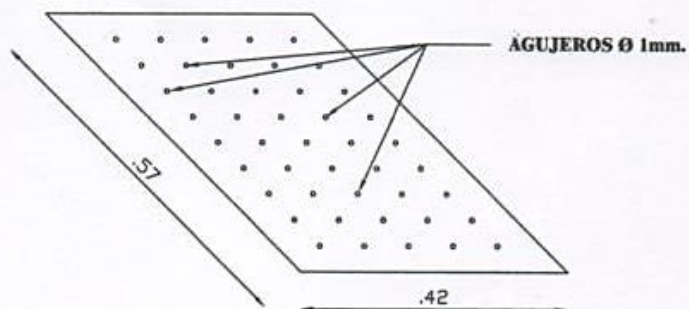
VISTA POSTERIOR



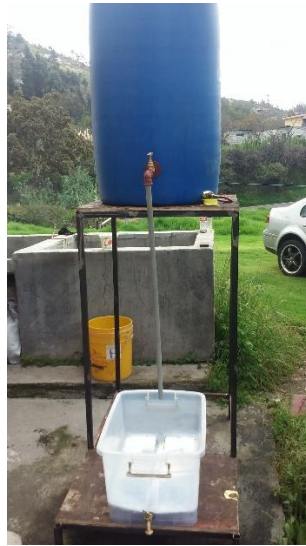
DETALLE DEL TOL RECOLECTOR DE AGUA



DETALLES DEL TOL DIFUSOR DE AGUA RESIDUAL



b.2. Anexos Fotográficos



Prototipo experimental



Recipiente contenedor del material filtrante



Tamizaje del aserrín de madera



Separación de la viruta del aserrín.



Aserrín utilizado en el prototipo experimental.



Implantación y nivelación de la estructura



Nivelación de la estructura



Colocación del biofiltro de aserrín de madera



Sistema experimental instalado



Llenado del tanque de 55 galones



Colocación del tol difusor de agua residual.



Calibración del caudal



Lugar de abastecimiento del agua residual para el prototipo experimental



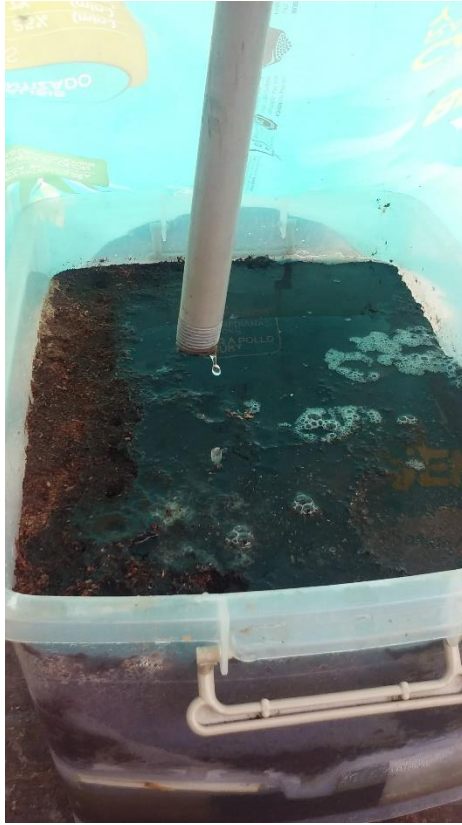
Proyecto ubicado junto al Río Pastaza en Baños de Agua Santa



Abastecimiento diario del tanque de 55 galones



Limpeza y mantenimiento del tol difuso del agua residual



Biofiltro a los diez días de funcionamiento



Aparición de algas en la capa inferior del biofiltro



Nacimiento de pequeñas plantas en la superficie del biofiltro



Toma de muestra para realizar el análisis visual diario durante el periodo de funcionamiento del biofiltro



Botellas etiquetadas para la toma de muestras



Refrigeracion de las muestras para transportarlas al laboratorio.



Limpieza de la capa superior del biofiltro despues de 60 dias de funcionamiento



Material mojado



Material seco

Material retirado en la limpieza

b.3. Informes de los Análisis

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Colaboramos con la legislación vigente
Resguardamos la confidencialidad y reservamos
Pasamos en el futuro de nuestros hijos
Contribuimos a la protección del medio ambiente
Desarrollamos trabajo en equipo
Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA - FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	David Urbina	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Pinillo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:		LACQUA 1 7 - 2 0 0 8
e - mail:	davdeleon.696@hotmail.es	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 49	TEM. AMBIENTE(°C): 21
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal - Cruda
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
FECHA DE ANALISIS: Desde el 16 al 25 de agosto de 2017
FECHA EMISION DE INFORME: 25 de agosto de 2017


FECHA TOMA DE MUESTRA: 16 de agosto de 2017


INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	574,80	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	889	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
Sólidos Totales	mg/l	3181	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 19 %

Parámetro acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance
** Parámetro No acreditado
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. Marcelo Tirado
ANALISTA


Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

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

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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinillo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	daudemon_695@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 - 1 8 5 1

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 53	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 24 de mayo al 05 de junio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 05 de junio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 23 de mayo de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

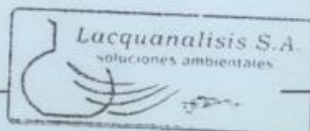
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5***	mg/l	85,88	PA-45.00	---
DQO	mg/l	200,00	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Sólidos Totales	mg/l	465	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: OAE LE 2C 05-005
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinillo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	davdemon_696@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 - 1 8 6

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 30 de mayo al 08 de junio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 08 de junio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 30 de mayo de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5**	mg/l	194,54	PRO TEC 066/ HACH 8043	---
DQO	mg/l	268,00	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Sólidos Totales	mg/l	491	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirado
 ANALISTA

Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

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

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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinllo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	davdemon.696@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 - 1 8 7 7

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 45	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 07 al 16 de junio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 16 de junio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 07 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5**	mg/l	118,77	PA-45.00	-----
DQO	mg/l	184,00	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Sólidos Totales	mg/l	331	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

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



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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



Acreditación N° QAF LE C 11-018
LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA - FICM
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinillo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	devdemon_696@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7-1 9 0 6

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal - Pasada por Filtro
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 22 de junio al 03 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 03 de julio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 22 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5**	mg/l	17,37	PA-45.00	---
DQO	mg/l	217	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Sólidos Totales	mg/l	401	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA - FICM
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinlo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	davdeleon_696@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-1915

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 54	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal - Pasada por Filtro
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 28 de junio al 13 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 13 de julio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 28 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

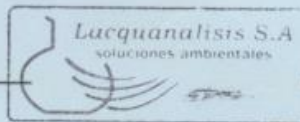
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	35,14	PA-45.00	± 3,72 %
DQO	mg/l	164	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Sólidos Totales	mg/l	401	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



Accreditación N° OAF L.E.C. 11-018
LABORATORIO DE ENLAYOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA - FICM
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinillo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	davdemon_696@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-1948

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 48	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal - Pasada por Filtro
 RESPONSABLE MUESTRO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 18 al 26 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 26 de julio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 17 de julio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

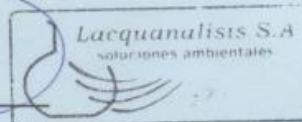
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	223,98	PA-45.00	± 3,72 %
DQO	mg/l	611	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Sólidos Totales	mg/l	791	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirado
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

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

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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA - FICM
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinillo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	davdemon_696@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 - 1 9 7 2

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 45	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Camal - Pasada por Filtro
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 27 de julio al 07 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 07 de agosto de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 27 de julio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	130,78	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	198	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Sólidos Totales	mg/l	179	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

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

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA - FICM
REPRESENTANTE:	David Urbina
DIRECCION:	Pinillo
TELEFONO:	
CELULAR:	
e - mail:	davdemon_696@hotmail.es

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-2009

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	49	TEM. AMBIENTE(°C):	21
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Carnal - Pasada por Filtro
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 16 al 25 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 25 de agosto de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 16 de agosto de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	211,35	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	324	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
Sólidos Totales	mg/l	439	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 19 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirado
ANALISTA

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

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

b.4. Plan de Manejo, Transporte y Toma de Muestras

Tabla 27. Plan de Manejo, Transporte y Toma de Muestras

<ul style="list-style-type: none"> Las muestras deben ser homogéneas, representativas y no deben modificar las características físico químicas de la matriz en cuestión. 	
<ul style="list-style-type: none"> Preservación de muestras: deben respetarse las medidas para la preservación de las muestras mediante adiciones de reactivos químicos, conservación en frío, y/o evitando el efecto de la luz solar, lo cual asegura la validez de las determinaciones a efectuar. 	<p>En este proyecto se empleó la Conservación utilizando frío moderado (4° C): Esta es la técnica más utilizada y en general mantiene completamente la integridad de los compuestos químicos (poluentes / nutrientes /biota).</p>
<ul style="list-style-type: none"> Asepsia: Es importante mantener en todo momento (extracción, preservación y traslado al Laboratorio) las condiciones de asepsia, para que el dato a reportar refleje las condiciones reales de la matriz en la estación en el momento de la toma (organismos específicos). 	
<ul style="list-style-type: none"> Envases a utilizar: Conviene emplear frascos de vidrio de boca ancha (esterilizados) de un volumen de 200, 500 o 1000 ml según la cantidad de requerida, o botellas de plástico no tóxicas para microbiología, con tapas especiales de vidrio, corcho o plástico a rosca. 	
<ul style="list-style-type: none"> Una vez que se llega al punto de toma y antes de llenar el envase, se debe relalizar la homogenizacion de los envases, enjuagandolos 2 o 3 veces con el agua que va a ser recolectada, a menos que la botella tenga un preservante. 	
<ul style="list-style-type: none"> Para este proyecto se tomara muestras simples directas 	<p>Una muestra simple “discreta” es la que se toma siempre en el mismo sitio y luego son analizados los constituyentes de interés.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Identificación de las muestras. 	<p>Uno de los aspectos más importantes en los programas de muestreo es la correcta identificación de los recipientes en los cuales se va a tomar las muestras.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Las muestra deben ser tomadas lo más cerca posible a la fuente de descarga. 	
<ul style="list-style-type: none"> Las muestras nunca deben dejarse expuestas al sol, deben guardarse en lugares frescos y en las heladeras que se utilizan durante la campaña, debiendo arribar lo más pronto posible al Laboratorio para su determinación analítica. 	

Fuente: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2176

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169



PLANTA ARQUITECTONICA PROPUESTA

ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA INSTALACIONES SANITARIAS	
(MA)	MEDIDOR DE AGUA POTABLE
---	RED DE AGUA FRIA PLASTIGAMA 1"
---	RED DE AGUA FRIA PLASTIGAMA 3/4"
---	RED DE AGUA FRIA PLASTIGAMA 1/2"
•	PUNTO DE AGUAS SERV.
---	DESAGUE PLASTIGAMA DE 4"
---	DESAGUE PLASTIGAMA DE 3"
---	A. SERVIDAS AL SISTEMA DE TRATAMIENTO
---	TUBERIA PLASTIGA DE 6" A RED DE ALCANTAR.
CR	CAJA DE REVISION
■	REJILLAS DE PISO
⊙	SUBE A.POTABLE

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO BAÑOS DE AGUA SANTA			
PROYECTO: REMODELACION CAMAL MUNICIPAL CANTON BAÑOS PROVINCIA DE TUNGURAHUA		LAMINA:	5 de 5
CONTIENE: INSTALACIONES SANITARIAS	ESCALA: Indicadas	FECHA: SEPTIEMBRE 2011	LEVANTO: Top. Rodrigo Ortega
REVISO:	APROBO:	DIBUJO: Ing. David Sallama	REALIZO:
Ing. Vinicio Herrera JEFE DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO MBAS	Ing. German Vega DIRECTOR DE SANAMIENTO AMBIENTAL MBAS	Ing. Wilson Vallejo CONSULTOR INDIVIDUAL	



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

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

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

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007

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

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

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

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

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

Ecuación 2

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

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:

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

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

Ecuación 3

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

DIMENSIONES DEL FILTRO

MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE

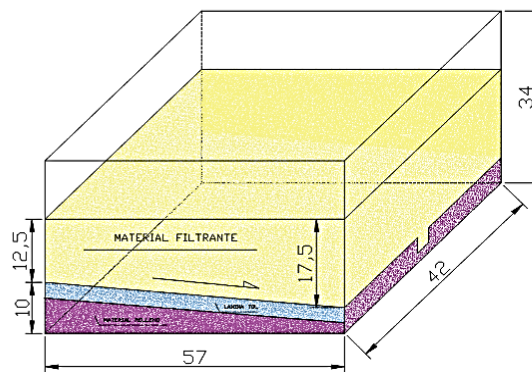


Gráfico 2. Medidas

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.

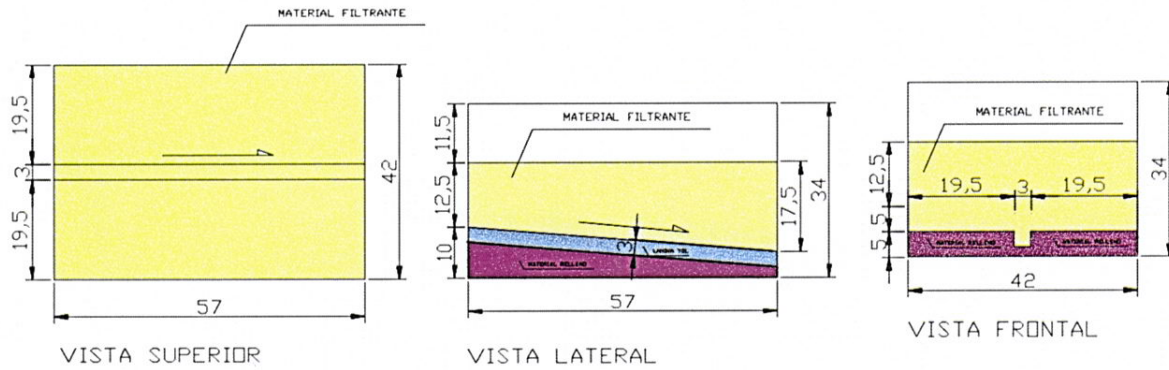
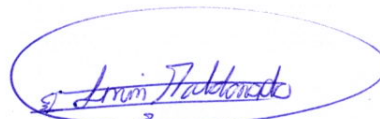


Gráfico 4. Especificaciones

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, Mexico: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015.
- [2] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre miércoles, 2015.