



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**MODALIDAD PRESENCIAL**

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

**TEMA:**

---

**“ANÁLISIS DE LA CASCARILLA DE ARROZ UTILIZADA COMO  
MATERIAL PARA FILTROS DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS  
“MULTIPROCESOS GALLEGOS”**

---

**AUTOR:** Enrique Sebastian Ortiz Cornejo

**TUTOR:** Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes

**Ambato – Ecuador**

**2018**

## CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes, certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema “**Análisis de la cascarilla de arroz como material para filtros de tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans Multiprocesos Gallegos**”, realizado por el señor Enrique Sebastian Ortiz Cornejo egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi inspección, siendo un trabajo elaborado de manera personal.

---

Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes  
**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo Enrique Sebastian Ortiz Cornejo, con C.I. 1803846730 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 “ANALISIS DE LA CASCARILLA DE ARROZ UTILIZADA COMO MATERIAL PARA FILTROS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS “MULTIPROCESOS GALLEGOS”, son de mi completa autoría a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, enero 2018

---

Enrique Sebastian Ortiz Cornejo  
**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

Cedo los derechos en línea patrimonial 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, Febrero 2018

---

Enrique Sebastian Ortiz Cornejo  
**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental bajo el tema **“ANÁLISIS DE LA CASCARILLA DE ARROZ UTILIZADA COMO MATERIAL PARA FILTROS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS “MULTIPROCESOS GALLEGOS”**, realizado por Enrique Sebastián Ortiz Cornejo, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2018

Para su constancia firman:

---

Ing. Mg  
Profesor Calificador

---

Ing. Mg  
Profesor Calificador

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado primeramente a la mujer que hizo posible que llegue hasta aquí, mi madre Mónica Ortiz. Siempre estuvo presente en cada etapa de mi formación profesional y más que todo siempre creyó en mí. Los valores, consejos y más que todo el sacrificio hecho se ve reflejado en esta meta alcanzada. Todo se lo debo a mi madre ya que sin ella hubiera sido mucho más difícil llegar a hasta aquí.

A mi hermano Esteban, quien es otra razón por la cual debo salir adelante y que siempre ha estado a mi lado. Al ser como mi hijo se lo dedico para dar un ejemplo y siga mis mismos pasos y salga adelante con esfuerzo y dedicación. A Michelle y Brando quienes también son mis hermanitos.

A mis tíos quienes me criaron y fueron partes de mi formación Patricio y Pilar. Al ser como mis padres me inculcaron todos los buenos valores y en especial siempre a seguir adelante y ser alguien en la vida. De la misma manera a todos mis otros familiares que de una u otra manera me ayudaron Jorge Luis, Cristina, Mauricio, Roberto bueno a todos ya que son muchos.

A esa personita muy especial mi novia Tatiana que siempre estuvo conmigo a lo largo de mi carrera en las buenas y malas. Siempre apoyándome y más que todo confiando en que llegare a ser un gran profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradecerle a Dios por la vida, salud y sabiduría para poder salir adelante y culminar mi carrera como ingeniero civil.

A mi madre por su esfuerzo y apoyo incondicional que siempre me brindo. Gracias por nunca dejarme solo y por siempre creer en mí. Por todos los consejos y más que todo por todo ese amor y confianza que siempre me bridas.

A mi pequeño que con sus ocurrencias siempre me saca una sonrisa en especial en los momentos difíciles. A Michelle quien es ese ángel detrás de todos nosotros.

A mis tíos Pilar y Patricio por siempre darme su apoyo incondicional y siempre estar pendiente de mí.

A mi novia por ser esa otra razón para salir adelante, por apoyarme en las buenas y malas y siempre empujándome a ser alguien en la vida.

A mi tío Jorge Luis por siempre darme un consejo y su ayuda en este trabajo experimental.

A todos mis tíos, primos, amigos y demás familiares que de una u otra forma me dieron su apoyo para llegar aquí.

A mi tutor Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes por haberme brindado sus conocimientos y ayuda para la realización de este trabajo experimental.

A mis compañeros quienes fueron de la misma forma parte de mi formación y me brindaron su apoyo sin esperar nada a cambio.

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	<b>Pág.</b>
PORTADA.....	i
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
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiv
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....</b>	<b>16</b>
1.1. TEMA.....	16
1.2. ANTECEDENTES .....	16
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4. OBJETIVOS.....	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Especificos.....	20
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>22</b>
<b>FUNDAMENTACION .....</b>	<b>22</b>
2.1. FUNDAMENTACION TEORICA .....	22
2.1.1. Ingeniería hidráulica .....	22
2.1.2. Aguas residuales .....	22
2.1.3. Tipos de aguas residuales.....	23
2.1.4. Características físicas de aguas residuales.....	23



2.1.5.	Propiedades químicas de aguas residuales.....	24
2.1.6.	Tratamiento de aguas residuales .....	24
2.1.7.	Fases de Tratamiento de aguas residuales .....	25
2.1.8.	Fase de tratamiento preliminar.....	25
2.1.9.	Fase de tratamiento primario .....	26
2.1.10.	Fase de tratamiento secundario.....	26
2.1.11.	Fase de tratamiento terciario.....	27
2.1.12.	Desinfección .....	27
2.1.13.	Biofiltración .....	27
2.1.14.	Biofiltro.....	28
2.1.15.	Límites de descarga al alcantarillado.....	28
2.1.16.	MATERIAL FILTRANTE CASCARILLA DE ARROZ.....	28
2.1.17.	Características Físicas de la Cascarilla de Arroz .....	29
2.2.	HIPÓTESIS .....	30
2.2.1.	Hipótesis Alternativa .....	30
2.2.2.	Hipótesis Nula.....	30
2.3.	SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	30
2.3.1.	Variable Independiente .....	30
2.3.2.	Variable Dependiente.....	30
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>31</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>31</b>
3.1.	Tipo de Investigación .....	31
3.1.1.	Investigación Experimental .....	31
3.1.2.	Investigación de Laboratorio .....	31
3.1.3.	Investigación Explorativa .....	32
3.2.	Población y Muestra.....	32
3.2.1.	Población.....	32
3.2.2.	Muestra .....	33
3.3.	Operacionalización de Variables.....	34
3.3.1.	Variable Independiente: .....	34
3.3.2.	Variable Dependiente: .....	35

3.4.	Plan de Recolección de Información.....	36
3.5.	Plan de Procesamiento y Análisis .....	37
3.6.	Referencias para modelo del filtro FICM- UPICIC -2017 .....	37
3.6.1.	Referencias para el Diseño del Filtro.....	37
3.6.2.	Tanque de Abastecimiento - Homogeneizado .....	39
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>44</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>44</b>
4.1.	Recolección de datos .....	44
4.1.1.	Ubicación del lugar de estudio.....	44
4.2.	Determinación de Lecturas de Caudales .....	46
4.3.	Costo del Filtro Artesanal de Cascarilla de Arroz.....	47
4.4.	Tiempo de Retención Hidráulica.....	48
4.5.	Numero de muestras tomadas.....	50
4.6.	Resultado de los análisis.....	50
4.6.1.	Primer análisis de la Muestra Cruda .....	51
4.6.2.	Primer Análisis de la Muestra Filtrada .....	52
4.6.3.	Segundo Análisis de la Muestra Cruda.....	53
4.6.4.	Segundo análisis de la muestra filtrada.....	54
4.6.5.	Tercer Análisis de la Muestra Cruda .....	55
4.6.6.	Tercer análisis de la muestra filtrada .....	56
4.6.7.	Cuarto análisis de la muestra cruda .....	57
4.6.8.	Cuarto análisis de la muestra filtrada.....	58
4.6.9.	Quinto análisis de la muestra cruda .....	59
4.6.10.	Quinto análisis de la muestra filtrada.....	60
4.6.11.	Sexto análisis de la muestra cruda .....	61
4.6.12.	Sexto análisis de la muestra filtrada.....	62
4.7.	Análisis de Resultados.....	63
4.7.1.	Análisis de los resultados del primer proceso de filtración .....	63
4.7.2.	Análisis de los resultados del segundo proceso de filtración.....	65
4.7.3.	Análisis de los resultados del tercer proceso de filtración.....	67
4.7.4.	Análisis de los resultados del cuarto proceso de filtración .....	69

4.7.5.	Análisis de los resultados del quinto proceso de filtración.....	71
4.7.6.	Análisis de los resultados del sexto proceso de filtración.....	73
4.8.	<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS POR PARAMETROS .....</b>	<b>75</b>
4.8.1.	Resultados de los valores Demanda Bioquímica Oxígeno cinco días. ...	75
4.8.2.	Eficiencia de los valores Demanda Bioquímica Oxígeno en cinco días.	76
4.8.3.	Resultados de los valores de la Demanda Química de Oxígeno.....	77
4.8.4.	Eficiencia de los valores de la Demanda Química de Oxígeno. ....	78
4.8.5.	Resultados de los valores de color .....	79
4.8.6.	Eficiencia de los valores de la Demanda Química de Oxígeno. ....	80
4.8.7.	Eficiencia Total del Filtro .....	81
4.9.	Verificación de la Hipótesis .....	81
 <b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>82</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>82</b>
5.1.	Conclusiones .....	82
5.2.	Recomendaciones .....	84
 <b>MATERIALES DE REFERENCIA</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Límites de Descarga al Alcantarillado Público .....	28
Tabla N° 2: Operacionalización de la Variable Independiente .....	34
Tabla N° 3: Tratamiento aguas residuales provenientes de lavadoras de jeans. ...	35
Tabla N° 4: Plan de recolección de la información .....	36
Tabla N° 5: Ficha técnica de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” .....	44
Tabla N° 6: Determinación de caudales .....	46
Tabla N° 7: Costo de filtro artesanal de cascarilla de arroz .....	47
Tabla N° 8: Tiempo de retención hidráulica .....	48
Tabla N° 9: Límites de descargar al sistema de alcantarillado público.....	50
Tabla N° 10: Resultado del análisis de la primera muestra antes de la filtración .	51
Tabla N° 11: Resultado del análisis primera muestra después de la filtración .....	52
Tabla N° 12: Resultado del análisis segunda muestra antes de la filtración .....	53
Tabla N° 13: Resultado del análisis segunda muestra después de la filtración.....	54
Tabla N° 14: Resultado del análisis tercera muestra antes de la filtración .....	55
Tabla N° 15: Resultado del análisis tercera muestra después de la filtración .....	56
Tabla N° 16: Resultado del análisis de la cuarta muestra antes de la filtración....	57
Tabla N° 17: Resultado del análisis de la cuarta muestra después de la filtración	58
Tabla N° 18: Resultado del análisis de la quinta muestra antes de la filtración....	59
Tabla N° 19: Resultado del análisis de la quinta muestra después de la filtración	60
Tabla N° 20: Resultado del análisis de la sexta muestra antes de la filtración .....	61
Tabla N° 21: Resultado del análisis de la sexta muestra después de la filtración .	62
Tabla N° 22: Resultado final .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Superficie exterior de cascarilla de arroz .....	29
Figura N° 2: Superficie interior de la cascarilla de arroz .....	29
Figura N° 3: Muestra antes del proceso de filtración .....	49
Figura N° 4: Muestra después del proceso de filtración.....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Tanque plástico de 55 galones .....	40
Gráfico N° 2: Medidas para prototipo experimental del filtro .....	41
Gráfico N° 3: Guardamovil Grande .....	42
Gráfico N° 4: Modelo básico de filtros de cascarilla de arroz .....	43
Gráfico N° 5: Planimetría Lavandería y tintorería Multiprocesos Gallegos .....	45
Gráfico N° 6: Ubicación lavandería y tintorería Multiprocesos Gallegos .....	45
Gráfico N° 7: Comparación primera muestra agua cruda y agua filtrada. ....	63
Gráfico N° 8: Grafico 2. Comparación de la segunda muestra de agua cruda con la segunda muestra de agua filtrada. ....	65
Gráfico N° 9: Comparación de la tercera muestra de agua cruda con la tercera muestra de agua filtrada. ....	67
Gráfico N° 10: Comparación de la cuarta muestra de agua cruda con la cuarta muestra de agua filtrada. ....	69
Gráfico N° 11: Comparación de la quinta muestra de agua cruda con la quinta muestra de agua filtrada. ....	71
Gráfico N° 12: Comparación de la sexta muestra de agua cruda con la sexta muestra de agua filtrada. ....	73
Gráfico N° 13: Comparación de los resultados de los análisis del DBO5 .....	75
Gráfico N° 14: Eficiencia de los resultados de los análisis del DBO5.....	76
Gráfico N° 15: Comparación de los resultados de los análisis del DQO .....	77
Gráfico N° 16: Eficiencia de los resultados de los análisis del DQO .....	78
Gráfico N° 17: Comparación de los resultados de los análisis del color .....	79
Gráfico N° 18: Eficiencia de los resultados de los análisis del Color .....	80

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

**TEMA:** Análisis de la cascarilla de arroz utilizada como material para filtros de tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”.

**Autor:** Enrique Sebastian Ortiz Cornejo

**Tutor:** Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes

**RESUMEN EJECUTIVO**

En el presente proyecto experimental se procede a elaborar un prototipo de filtro de cascarilla de arroz para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”, ubicada en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. El proceso de recolección de muestras esta direccionado para ser analizadas; siendo considerada como el agua cruda la tomada antes del proceso de filtración y la filtrada luego del proceso de filtración. La duración y el funcionamiento del filtro fue de tres semanas, tomando dos muestras cada semana durante los días de mayor producción. Los parámetros químicos considerados para el análisis fueron DBO5, DQO y color.

Las muestras recogidas fueron analizadas en el laboratorio certificado Lacquanalisis ubicado en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Para tener resultados más precisos las muestras fueron tomadas en un mismo horario y transportadas en un refrigerante hacia el laboratorio. De la misma forma la toma de muestra cruda y filtrada, da una apreciación real de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos durante las tres semanas reflejan el comportamiento del filtro y su eficacia ante los parámetros evaluados. Como resultado final se puede evidenciar que el filtro disminuye los valores de DBO5, DQO y el color siempre considerando los Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

**Palabras claves:** prototipo, filtro, proceso de filtración, DBO5, DQO, aguas residuales, tratamiento, eficacia, parámetros.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING**  
**CAREER OF CIVIL ENGINEERING**

**THEME:** Rice husk analysis as a material for sewage treatment filters from the "Multiprocesos Gallegos" jeans washer.

**Author:** Enrique Sebastian Ortiz Cornejo

**Tutor:** Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes

**EXECUTIVE SUMMARY**

In the present experimental project, a rice husk filter prototype is being developed for the treatment of wastewater from the "Multiprocesos Gallegos" jeans washing company, located in Pelileo canton, Tungurahua province. The process of sample collection is addressed to be analyzed; raw water is considered to be taken before the filtration process and filtered after the filtration process. The duration and operation of the filter was three weeks, taking two samples each week during the days of highest production. The chemical parameters considered for the analysis were BOD5, COD and color.

The collected samples were analyzed in the Lacquanalysis certified laboratory located in Canton Ambato, province of Tungurahua. To have more accurate results, the samples were taken on the same time and transported in a coolant to the laboratory. In the same way, taking raw and filtered samples gives a real appreciation of the results obtained.

The results obtained during the three weeks reflect the behavior of the filter and its effectiveness against the parameters evaluated. As a final result it can be evidenced that the filter decreases the values of BOD5, COD and color always considering the Discharge Limits to the Public Sewer System.

**Key Words:** prototype, filter, filtration process, BOD5, COD, wastewater, treatment, efficiency, parameters.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

### 1.1. TEMA

“ANÁLISIS DE LA CASCARILLA DE ARROZ UTILIZADA COMO MATERIAL PARA FILTROS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS “MULTIPROCESOS GALLEGOS”

### 1.2. ANTECEDENTES

Basado en diferentes artículos técnicos, científicos y tesis de grado que se utilizaron como referencias para el presente trabajo, se pudo obtener información relevante de investigaciones y estudios previos sobre la cascarilla de arroz y su utilización como filtro para diferentes tipos de aguas, esto nos da las bases necesarias para encaminar la siguiente investigación hacia los objetivos establecidos.

Según el artículo “Evaluación de un sistema de filtros de cascarilla de arroz y luffa cilíndrica para el tratamiento de aguas lluvias” al evaluar los resultados físicos, químicos y microbiológicos se encontró que los filtros no generaron una mejora en parámetros como pH, turbidez, SST y DQO.

De la misma forma se pudieron identificar de manera cualitativa cambios en el color del agua, la cual pasó de estar transparente a un color amarillento, y en el olor, donde se presentaron indicios de un proceso de descomposición que se pudo evidenciar en el aumento de carga orgánica en el efluente de los filtros. Debido a las condiciones que presentó el agua tratada por los filtros se evidencia que este cumple con algunos de los niveles permisibles por la norma, lo cual nos indica que esta agua se puede emplear en actividades comunes como el riego de jardines,



lavado de zonas duras o fachadas y emplearse en la descarga de sanitarios con una adecuada estructura hidráulica. [1]

Según el artículo “La Biofiltración: una alternativa sustentable para el tratamiento de aguas residuales” el proceso de biofiltración aplicado al tratamiento de aguas residuales resulta ser una alternativa viable y adaptable en distintos sectores sociales cuando se utilizan materiales orgánicos como medio filtrante ya que estos comúnmente son de bajo costo, tomando en cuenta parámetros óptimos operativos para obtener altas eficiencias de remoción que resulte favorable en su disposición, costo, operación y duración de los biofiltros.” [2]

Según el artículo “La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua” el proceso de biofiltración, por presentar una alta eficiencia en el proceso de potabilización de agua, debe ser motivo de estudio e investigación con el objeto de mejorar su diseño, manejo y operaciones de mantenimiento. Esto presupone beneficios económicos que, a su vez, favorecerían las condiciones de vida e higiene de las poblaciones con la necesidad de satisfacer sus requerimientos de agua potable.” [3]

Según el artículo “Evaluación de un biofiltro con cascarilla de arroz y pasto vetiver (c. zizanioides) para el tratamiento del Efluente de la PTAR del INPEC - YOPAL.” Una vez realizado el estudio teniendo en cuenta los análisis y parámetros medidos del agua tratada por el humedal, se observa que ésta puede ser reutilizada en el riego de pastos o en cultivos agrícolas y que permite cumplir los requisitos ambientales.” [4]

De acuerdo con los resultados obtenidos del laboratorio la eficiencia de remoción de la DBO5 para todo el sistema de un 73,25 % se evidencia el funcionamiento de los humedales artificiales para la remoción de materia orgánica.” [4]

Según el estudio el uso de la cascarilla de arroz como material orgánico en el humedal, fue de gran importancia ya que, esta presenta óxidos metálicos que hacen que se aumente la alcalinidad y disminuye la acidez del agua, por ende, se disminuyen las grasas dentro del tratamiento. [4]

Este tipo de tecnologías demuestran que una vez instalados y operados adecuadamente este tipo de material orgánico, tienen un funcionamiento adecuado para remoción de contaminantes en el agua. [4]

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Mundialmente más del 33 por ciento de las muertes y el 80 por ciento de las enfermedades en los países en desarrollo, están relacionadas con la falta de calidad del agua. La implementación de tecnologías como filtros para la purificación del agua, permite la obtención de agua efluente de buena calidad físico-química y bacteriológica. La necesidad de disponer agua potable de calidad de forma continua y eficiente, hace necesaria recurrir al estudio y planteamiento de nuevas alternativas de tratamiento de aguas residuales, que sean económicas y accesibles, más aun en poblaciones pequeñas de los países en desarrollo. [3]

Las aguas residuales requieren un tratamiento, que debe ser atendido con procesos que puedan adaptarse a las condiciones técnicas, sociales y económicas, de distintos sectores en especial los que no cuentan con sistemas de drenaje y tratamiento adecuado de sus efluentes. A nivel mundial más del 80% de las aguas residuales generadas por la sociedad regresan al ecosistema sin haber sido tratadas o reutilizadas. La biofiltración es una alternativa adaptable y viable para el tratamiento de aguas residuales y así cubrir las necesidades de estos sectores sociales pues es un sistema eficiente de bajo costo. [2] [5] [6]

En algunos países de Latinoamérica el agua es reconocida como un asunto estratégico y de seguridad nacional. El crecimiento demográfico, la urbanización y el incremento en el consumo de agua en los hogares, la agricultura y la industria, han aumentado significativamente el uso global de la misma. Las diferentes actividades productivas al generar desechos diversos son las fuentes principales de contaminación de los diferentes cuerpos de agua, [7] causando la desaparición de la vegetación natural, así como la muerte de especies y demás animales acuáticos

ya que en muchas ocasiones el agua va descargada directamente a los ríos sin ningún tratamiento. [8] [9]

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. Al descargar directamente las aguas residuales en los ríos sin previo tratamiento conlleva a la contaminación que afecta de forma considerable a dichas especies y plantas que son parte del medio ambiente. Ante esta problemática, el saneamiento de las aguas residuales adquiere mayor importancia para asegurar su recolección, conducción, tratamiento y adecuada disposición en los cuerpos receptores, en condiciones que no perjudiquen al medio ambiente y la salud de la población. [8]

En nuestro país el Ecuador los desechos tóxicos de todo tipo provenientes de industrias textiles, alimenticias, agrícolas entre otras contaminan de forma considerable los ríos de las principales ciudades como Ambato, Quito y Cuenca. La contaminación provoca que la biodiversidad que rodean dichos ríos se vaya deteriorando y provoque enfermedades graves a personas de las comunidades aledañas. Por esta razón es necesario implementar tecnologías accesibles para el tratamiento del agua, en este marco muchos gobiernos buscan métodos efectivos para reducir el grado de contaminación que ocasionan las aguas residuales. [10]

En la provincia de Tungurahua, el cantón Pelileo cuenta con numerosas empresas dedicadas al lavado de jeans. Son aproximadamente 46 establecimientos en los que se lava, tiñe, corta y aplica químicos peligrosos en las prendas de vestir, luego de este proceso no se cumple con el tratamiento del agua residual y esta es descargada directamente a los ríos, en la mayoría de los casos. En este contexto se consideran algunos de los contaminantes del agua que pueden ser gases de la atmósfera, minerales, materia orgánica y todo tipo de sustancia que permanece en las fuentes y es transportada o almacenada. Por esta razón, es necesario el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos GALLEGOS”, para poder ayudar al medio ambiente y de esta

forma poderla conservar y reutilizar evitando la contaminación y el desperdicio del agua en la industria del jean. [11] [12]

El presente trabajo experimental busca realizar un análisis de la cascarilla de arroz utilizada como filtro para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos GALLEGOS” ubicado en la provincia de Tungurahua, Cantón Pelileo. La gran cantidad de colorantes que son usadas en la industria del jean para el teñido de textiles que es una de las actividades más importantes en este sector ha generado una gran cantidad de aguas residuales; estos efluentes, pueden contener partículas suspendidas con altos valores de pH, que pueden aportar materia orgánica e inorgánica susceptible de ser oxidada (DBO y DQO) [13] y contener una alta concentración de color que causan contaminación. [14] Dicho filtro podría ser una alternativa económica y viable para el tratamiento del agua de la industria del jean y su reutilización en el futuro.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la cascarilla de arroz utilizada como material para filtro de tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans Multiprocesos GALLEGOS

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la lavadora de jeans “Multiprocesos GALLEGOS”
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en el filtro de cascarilla de arroz de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO5 Y DQO) y color de las aguas residuales provenientes de los jeans, en su origen y luego de su proceso de filtración.

- Determinar si la cascarilla de arroz puede ser utilizada como material filtrante en el pre-tratamiento de aguas residuales de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.1.1. Ingeniería hidráulica**

La ingeniería hidráulica es la rama de la ingeniería civil encargada de ejecutar obras civiles que tengan relación con el agua, empleando diferentes funciones como la potabilización de aguas residuales, el estudio las propiedades mecánicas de los líquidos y la construcción de estructuras en ríos, mares, lagos y otros entornos de las mismas características.

Los ingenieros hidráulicos se encargan de realizar diseños para luego materializarlos y operar las obras hidráulicas. También deben llevar a cabo investigaciones experimentales sustentadas por instrumentos matemáticos los cuales se van modificando con el avance del tiempo para poder dar solución a problemas prácticos y utilizarlos en la aplicación en obras hidráulicas. [15]

##### **2.1.2. Aguas residuales**

Las aguas residuales son aguas resultantes de varias actividades diarias las cuales se contaminan con sustancias tóxicas y/o microorganismos vivos y deben ser desechadas porque representan un peligro para los seres vivos. Estas pueden ser provenientes de uso doméstico, urbano, industrial, fabricas, pluviales entre otras. [16]

### **2.1.3. Tipos de aguas residuales**

Existen diferentes tipos de aguas residuales dependiendo de su lugar de origen entre ellas tenemos:

- Aguas residuales domesticas o aguas negras: La procedencias de estas aguas es de heces y orina humana, de la limpieza en general de un domicilio, y del aseo personal. Comúnmente estas aguas contienen gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, detergentes, restos de jabones, grasas entre otros. [17] [18]
- Aguas blancas: Las aguas blancas pueden provenir de la lluvia, nieve, hielo, riego, limpieza de parques, lugares públicos y calles.
- Aguas residuales agrícolas: Las aguas residuales agrícolas son el resultado de las labores agrícolas en zonas rurales. Las más comunes son las provenientes del riego agrícola con o sin tratamiento previo.
- Aguas residuales industriales: Aguas provenientes de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales. Contienen aceites, grasas, ácidos, químicos, detergentes, antibióticos entre otros productos tóxicos dependiendo las diferentes actividades industriales. [16]

### **2.1.4. Características físicas de aguas residuales**

Algunas características físicas de las aguas residuales son muy importantes conocer para poder determinar un proceso de filtración controlado.

- Turbidez: Es definida como una medida de la pérdida de su transparencia. Se debe a la cantidad de materias en suspensión que hay en las aguas residuales.

- Olor: La determinación del olor es muy importante ya que para el tratamiento de aguas residuales se debe considerar si el olor es muy fuerte ya que puede causar inconvenientes para las personas aledañas. El olor dependerá de la proveniencias del agua residual. En el caso de lavadoras de jeans el olor no es muy fuerte. [16]

#### **2.1.5. Propiedades químicas de aguas residuales**

Para la siguiente investigación se han considerado evaluar diferentes tipos de propiedades químicas en un laboratorio para monitoreo las cuales son detalladas a continuación.

- Demanda Química de Oxígeno (DQO): La demanda química de oxígeno se encarga de determinar la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica (destrucción), bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. El DQO es el parámetro más simple para describir la concentración de desechos o aguas residuales. [19] [20]
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5): Es la cantidad de oxígeno utilizado para la estabilización de la materia orgánica en 5 días y 20°C. Por lo tanto es una medida del componente orgánico que puede ser biodegradado mediante procesos biológicos, esta se encuentra entre 2000-3000 mg O<sub>2</sub>/l. [21]
- Color: El color de las aguas residuales provenientes de la industria del jean dependerá de los químicos utilizados, siendo el azul índigo el más lavado presentando una coloración azul. El color varía dependiendo el lugar de donde provienen las aguas residuales.

#### **2.1.6. Tratamiento de aguas residuales**

Existen varias razones para el tratamiento de las aguas residuales pero primordialmente tiene el propósito de evitar la contaminación química, física,



biológica, etc. de las mismas para evitar daños a abastecimientos públicos, privados, industriales, así como impacto al medio ambiente. El tratamiento de aguas residuales es también conocido como un proceso de depuración para remover los contaminantes del agua. [22]. Al pasar de los años la población mundial ha aumentado trayendo consigo más desechos exigiendo tomar mayores medidas para el control de aguas residuales. Las razones por la cual es necesario el tratamiento de las aguas residuales son higiénicas o de salud pública para controlar la contaminación que estas aguas producen y evitar la prolongación de enfermedades y daños.

### **2.1.7. Fases de Tratamiento de aguas residuales**

Existen varias fases para el tratamiento de las aguas residuales, las cuales cada una tiene una gran importancia en el proceso de depuración del agua de los contaminantes obtenidos durante las actividades diarias. Las fases para tratamiento de aguas residuales son preliminar, tratamiento primario, tratamiento secundario, terciario y desinfección. Cada fase cumple una función y no todas son utilizadas en un tratamiento de aguas residuales. [22]

### **2.1.8. Fase de tratamiento preliminar**

Esta fase debe cumplir con dos funciones, medir y regular el caudal de agua que entra a la planta y extraer los sólidos flotantes y la arena, en ocasiones también las grasas y aceites.

Comúnmente una planta de tratamiento de aguas residuales está diseñada para tratar un volumen de agua constante pero dicha planta debe ser adaptada ya que el flujo de aguas residuales producido en una comunidad, fábrica, empresa, etc. no es constante. Otro punto importante en este proceso es necesario filtrar el agua para remover sólidos y grasas. Rejillas, tamices, trituradoras, desgrasadores y desarenadores son estructuras encargadas de este proceso. También se puede realizar la pre aireación en esta etapa para la remoción de compuestos volátiles presentes en el agua servida los cuales producen mal olor. [23] [24]

### **2.1.9. Fase de tratamiento primario**

El tratamiento primario tiene como objetivo principal eliminar los sólidos en suspensión por un proceso de sedimentación simple por gravedad. En este proceso se debe reducir en un 20% la DBO5 de las aguas residuales que entren antes del vertido y en un 50% el total de sólidos en suspensión.

Los tratamientos primarios más comunes son la decantación primaria y los tratamientos fisicoquímicos.

- Decantación primaria – En este tratamiento el objetivo es eliminar la mayor parte de sólidos sedimentables por medio de la gravedad. Es muy importante retirar estos sólidos para reducir las demandas de oxígeno en el resto del tratamiento.
- Tratamientos Fisicoquímicos- En este tratamiento se añaden reactivos químicos para incrementar la reducción de sólidos en suspensión y sólidos coloidales al incrementar la densidad de los mismos mediante procesos de coagulación-floculación. [23] [25]

### **2.1.10. Fase de tratamiento secundario**

El tratamiento secundario tiene como objetivo eliminar la materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante proceso de oxidación de naturaleza biológica seguido por sedimentación para la eliminación de la materia orgánica. En este proceso participan microorganismos presentes en el agua residual, generalmente estos microorganismos son bacterias que se alimentan de los sólidos en suspensión y estado coloidal produciendo en su degradación anhídrido carbónico y agua formándose una biomasa que es dirigida al decantador secundario. De esta forma se obtiene agua limpia a cambio de producirse unos fangos los cuales deben ser eliminación por otros medios. Durante este proceso se consigue la separación de los fangos de los efluentes depurados durante la acción de la gravedad. [23]

### **2.1.11. Fase de tratamiento terciario**

Durante la etapa de tratamiento terciaria también conocida como tratamientos avanzados el objetivo es suprimir algunos contaminantes específicos que se encuentran en el agua residual como son los fosfatos que provienen del uso doméstico e industrial para obtener efluentes finales de buena calidad para poder reutilizarlos en zonas con más exigencias sin dañar la fauna. No todas las plantas cuentan con esta etapa ya que depende del uso que se le dará al agua tratada. [23] [26]

### **2.1.12. Desinfección**

La desinfección es más conocida como la etapa final del tratamiento de aguas residuales. En esta etapa se quiere eliminar las bacterias sobrantes por medio de la utilización de químicos siendo el cloro el más utilizado. También se utiliza la luz solar la cual desinfecta el agua de forma natural por lo cual se pueden utilizar luces especiales que emitan rayos ultravioletas. [22]

### **2.1.13. Biofiltración**

La biofiltración es definida como todo proceso biológico utilizado para el control o tratamiento de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en la fase gaseosa, permitiendo la depuración de aguas residuales provenientes de diferentes actividades industriales, textiles, domesticas, camales, etc. [27]

Se describe a la biofiltración desde hace muchos años atrás, como una técnica que se emplea hasta los actuales momento para mejorar el tratamiento que se da a las aguas residuales, en donde se utilizan nuevos recursos y materiales que proporcionan más eficacia en la separación de partículas y microorganismos que pueden afectar a la salud, además considerado como una opción dentro de un proceso bilógico que permite mejora la calidad del agua a la cual se pueden incluir nuevos nutrientes, coagulantes, floculantes u otro aditivo que permita la existencia de organismos vivos, entre ellas un pH entre 4.5 y 8 (SINIA, sin año). [28]

#### 2.1.14. Biofiltro

El biofiltro es un sistema que imita a los humedales (pantanos) naturales, donde las aguas residuales se depuran por procesos naturales. Los biofiltros son humedales artificiales de flujo subterráneo, diseñados para maximizar la remoción de los contaminantes que se encuentran en las aguas residuales. [29]. Si a más del proceso natural que existe en el medio ambiente damos nuestro contingente producto del avance en los conocimientos y las tecnologías lograremos mejores resultados en el tratamiento de las aguas residuales ya que la filtración es uno de los métodos más eficientes para purificar aguas residuales. [30]

#### 2.1.15. Límites de descarga al alcantarillado

Para realizar la descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado público se deben cumplir con los valores establecidos en la siguiente tabla en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios. [31]

**Tabla N° 1:** Límites de Descarga al Alcantarillado Publico

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO	$\frac{mg}{l}$	250
Demanda Química de oxígeno	DQO	$\frac{mg}{l}$	500

Fuente: Registro oficial del Ministerio del ambiente, 2015 tabla 9 [31]

Elaborado por: Sebastián Ortiz, 2018

La descarga de aguas residuales hacia el sistema de alcantarillado público está prohibida sino cumplen con los límites establecidos en la tabla 9.

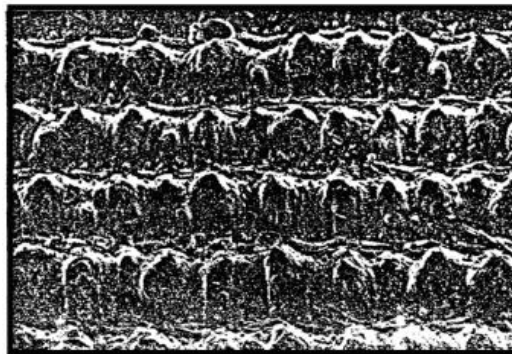
#### 2.1.16. MATERIAL FILTRANTE CASCARILLA DE ARROZ

En el Ecuador se cuenta con una gran producción de arroz por lo cual la cascarilla de arroz es un material muy económico y una alternativa viable para la

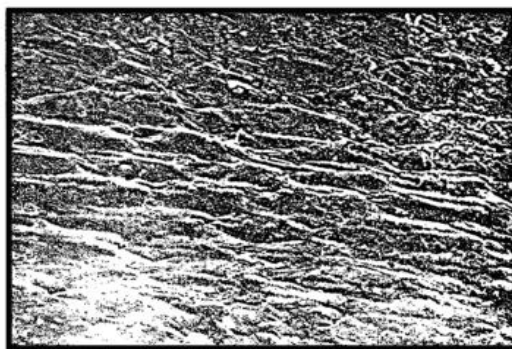
biofiltración de aguas residuales provenientes del lavado de jeans. Para este trabajo experimental se obtuvo la cascarilla de arroz en la ciudad de Ambato a un precio muy económico. Su costo resulta muy viable y accesible para la elaboración del filtro. De la misma manera en la ciudad de Ambato existen varios lugares que venden este material lo cual resulta muy fácil su obtención. [32]

### 2.1.17. Características Físicas de la Cascarilla de Arroz

La cascarilla de arroz cuenta con diferentes dimensiones ya que existen diferentes variedades de dicho material. Estas dimensiones están comprendidas entre 4-14mm de longitud y un espesor promedio de 50 $\mu$ m tomando la forma de un grano cariósido. Para analizar las características físicas de la cascarilla de arroz es necesaria la utilización de un microscopio ya que no pueden ser apreciadas a simple vista. Este material cuenta con una superficie exterior rugosa con crestitas y una inferior lisa. [32]



**Figura N° 1:** Superficie exterior de cascarilla de arroz [32]



**Figura N° 2:** Superficie interior de la cascarilla de arroz [32]

La cascarilla de arroz cuenta con un peso comprendido entre 2.944 – 3.564 mg en base seca.

## **2.2. HIPÓTESIS**

### **2.2.1. Hipótesis Alternativa**

La cascarilla de arroz como material para filtros, mejorara el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.

### **2.2.2. Hipótesis Nula**

La cascarilla de arroz como material filtrante no mejorara los parámetros de DBO5, DQO y color de las aguas residuales de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

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

### **2.3.1. Variable Independiente**

Cascarilla de arroz como material filtrante

### **2.3.2. Variable Dependiente**

Tratamiento de aguas residuales provenientes de lavadoras de jeans.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para la solución de un problema planteado se debe recurrir a diferentes tipos de investigaciones con el fin de intentar descubrir, conocer o averiguar algo estudiando, para adquirir los conocimientos necesarios para llegar a la solución. El presente trabajo experimental cuenta con los siguientes tipos de investigaciones:

##### **3.1.1. Investigación Experimental**

Este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables independientes. Se toma decisiones de las muestras que son recogidas durante el proceso.

Se utiliza la investigación experimental ya que toman muestras de las aguas residuales filtradas provenientes del lavado de jeans para verificar si los agentes contaminantes disminuyen comprobando la utilidad de la cascarilla de arroz para poder descargar el agua al alcantarillado público. [33]

##### **3.1.2. Investigación de Laboratorio**

La investigación de laboratorio nos permite tener el mayor control posible de nuestras muestras. Se lo realiza en un ambiente controlado como son los laboratorios. Por lo general se intenta ver claramente cómo operan las variables en condiciones bien definidas.

Se utilizara una investigación de laboratorio para analizar las muestras obtenidas en campo para garantizar la obtención de resultados precisos de los parámetros a analizarse DBO5, DQO y color. [34]

### 3.1.3. Investigación Explorativa

Se basa en estudios exploratorios donde se analizan campos pocos conocidos para aclarar un problema planteado. Estas investigaciones suelen incluir amplias revisiones de libros, documentos científicos, artículos publicados, páginas web etc.

Se utiliza este tipo de investigación para obtener información acerca de la biofiltración y analizar nuevos materiales y ver su comportamiento y eficiencia al ser expuestos a aguas residuales. [35]

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

La investigación fue realizada en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua en la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”, tomando en cuenta como población el efluente producido en esta industria en función al tiempo de funcionamiento del filtro. Se la realizo en la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” ubicada en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. El tiempo de funcionamiento del filtro es de 20 días el cual es tomado como población.

$$V_{AR} = x * t$$

Donde:

$V_{AR}$  = Volumen del Efluente

x = Cantidad de agua

t = Tiempo de funcionamiento del filtro

$$V_{AR} = 4,29 \frac{m^3}{dia} * 20 dias$$

$$V_{AR} = 85,8 m^3$$



### 3.2.2. Muestra

Para la obtención de la muestra se analiza el conjunto de casos extraídos de una población seleccionados por algún método de muestreo. Para este caso se tomó la cantidad de agua utilizada en el tanque de abastecimiento del filtro que de 55 galones por día. El tiempo de funcionamiento del filtro es de 20 días.

$$V_{AR} = x * t$$

Dónde:

x= capacidad de tanque utilizado

t= tiempo de funcionamiento del filtro

$$V_{AR} = 55 \frac{glns}{dia} * 20 \text{ dias}$$

$$V_{AR} = 1100 \text{ galones}$$

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1. Variable Independiente:

Cascarilla de arroz como material filtrante

**Tabla N° 2:** Operacionalización de la Variable Independiente

Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La cascarilla de arroz es un material organico 100% natural y renovable, el cual presenta una buena capacidad de retención y purificación de agua. La cascarilla de arroz es un material biodegradable.	Capacidad de retención de agua	Filtración	¿Cuál es la utilidad de la cascarilla de arroz?	Análisis de Laboratorio
	Biodegradable	Eliminación de químicos y solidos	¿El agua descargada cumple con los límites establecidos?	
	Calidad del agua	Descarga al sistema de alcantarillado publico		

**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Sebastian Ortíz

### 3.3.2. Variable Dependiente:

Tratamiento de aguas residuales provenientes de lavadoras de jeans

**Tabla N° 3:** Tratamiento de aguas residuales provenientes de lavadoras de jeans.

<b>Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
El tratamiento de las aguas residuales provenientes de lavadoras de jeans es muy importante ya que dichas aguas se caracterizan por su importante carga contaminante de químicos y sólidos en suspensión. Estos contaminantes causan problemas en los procesos de depuración biológica en los desagües y alcantarillados.	Aguas Residuales	Tratamiento de agua de lavado de jeans	¿Cuál es el tratamiento utilizado para purificar el agua del lavado de jeans?	Análisis de laboratorio
	Carga contaminante química y sólidos en suspensión.	Remoción de químicos, sólidos y otros fluidos contaminantes	¿En qué consiste el proceso de remoción de químicos, sólidos y otros fluidos contaminantes para el lavado de jeans?	
	Procesos de depuración	Eliminación de sólidos en suspensión	¿Cuál es el proceso de eliminación de sólidos que contamina el agua utilizada en el lavado de jeans?	

**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Sebastian Ortíz

### 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

**Tabla N° 4:** Plan de recolección de la información

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Qué evaluar?	La cascarilla de arroz como material filtrante para aguas residuales provenientes de la industria de jeans.
¿Sobre qué evaluar?	La efectividad de la cascarilla de arroz como material filtrante.
¿Sobre qué aspectos?	Los parámetros físico - químicos del agua: DBO5, DQO y color los cuales deben estar dentro de los límites permisibles para su descarga al alcantarillado publico
¿Quién evalúa?	Enrique Sebastian Ortiz Cornejo
¿Qué se evalúa?	Las aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” ubicada en el cantón Pelileo provincia de Tungurahua
¿Dónde evalúa?	En la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”
¿Cómo y con qué?	Mediante los análisis físico – químicos de aguas residuales realizados en el laboratorio Lacquanalisis S.A. y en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato

**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Sebastian Ortíz

### **3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

Se elaboró el filtro para aguas residuales con el material cascarilla de arroz y se lo instaló en la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” ubicada en el cantón Pelileo con la finalidad de poder realizar un proceso suministrando de la mejor manera la colocación de agua en el filtro, facilitar la toma de muestra, y reducir costos.

Para su elaboración se seleccionó el material orgánico conocido como cascarilla de arroz y se lo colocó adecuadamente para garantizar un buen funcionamiento del filtro.

Para la toma de muestra se toma de 2 a 3 veces por semana tomando en cuenta los días de mayor producción de la empresa. Cada muestra se debe realizar de acuerdo a las especificaciones de la norma técnica ecuatoriana INEN 2169.

### **3.6. REFERENCIAS PARA MODELO DEL FILTRO FICM- UPICIC -2017**

#### **3.6.1. Referencias para el Diseño del Filtro**

Para la modelización del filtro fue tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH). Este concepto ha sido utilizado en el diseño de filtros anaerobios convencionales y Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA). La utilización del Tiempo de Residencia Hidráulica (TRH) permitirá modelar los fenómenos de remoción de contaminantes de manera similar a lo real.

Dos casos especiales son considerados para la recomendación de los valores de Tiempo de Retención Hidráulica. El primer caso se da cuando se cuenta con características mecánicas y físicas del medio filtrante. El segundo caso es cuando el material se encuentra empacado.

1. Cuando las características de porosidad, volumen de vacíos, granulometría, etc, del material filtrante son tomadas en cuenta el TRH=0.5 días =  $12h^{01+}$
2. Cuando se omiten las características del material y este se encuentra empacado en su totalidad el TRH =  $5.25h^{01+}$

En otras palabras, el Tiempo de Retención Hidráulica es el tiempo que una unidad de líquido o fluido permanece en un recipiente, es decir el tiempo que toma desde que el líquido entra al recipiente hasta que lo abandona completamente.

$$THR = \frac{V}{Q} \text{ dónde:}$$

THR= Tiempo de Residencia Hidráulica

V = Volumen del filtro anaerobio

Q = gasto en el afluente

Para el siguiente trabajo experimental se ha asumido un volumen de medio filtrante de 35lts. Por facilidad constructiva y para garantizar la reducción de la mayor cantidad de vacíos. De esta forma podemos tomar como referencia el valor de un medio filtrante empacado para el Tiempo de Retención Hidráulica

**Ecuación 1:** Tiempo de Retención Hidráulica

$$THR = \frac{V}{Q} = \frac{35lt}{0.105 \text{ lt}/\text{min}} = 333,33\text{min}$$

$$333,33\text{min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55\text{horas}$$

$$5,55\text{horas} * \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} = 0.231 \text{ di}^+$$

Criterios de diseño para filtros anaerobios según el “MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANIAMIENTO” de la ciudad de Mexico

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 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (kg BDO/m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007

Elaborado por: Sebastián Ortiz, 2018

Para este trabajo experimental se ha tomado un como referencia un Q promedio de 5 a 10 horas.

**Ecuación 2:** Q promedio

$Q = \frac{V}{THR}$  se considera el THR de la ecuación 1.

$$Q = \frac{35 \text{ lt}}{5,55 \text{ horas}} = 6,30 \frac{\text{lt}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{60 \text{ min}} =$$

$$Q = 0,105 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

De esta manera se podrá simular las condiciones más críticas durante el proceso de filtración y verificar la eficacia del filtro al ser expuesto ante estas condiciones.

### 3.6.2. Tanque de Abastecimiento - Homogeneizado

Para la realización de este trabajo experimental se utilizará un tanque que pueda almacenar un volumen de efluentes el cual garantice un proceso de filtración de 24 horas con el caudal a utilizarse sin interrupción. Se debe tomar un volumen adicional el cual nos garantice que nuestro filtro siempre estará en

funcionamiento. En este caso el tanque utilizado es de 55 galones el cual nos garantiza un funcionamiento permanente del filtro durante 24 horas.



**Gráfico N° 1:** Tanque plástico de 55 galones  
**Elaborado por:** Sebastián Ortiz, 2018

**Ecuación 3:** Transformación de caudal de minutos a días.

$$Q = 0,105 \frac{lt}{min} * \frac{60min}{1h} * \frac{24h}{1dia} = 151,2 \text{ lt/día}$$

Caudal Diario

**Ecuación 4:** Calculo de volumen de tanque

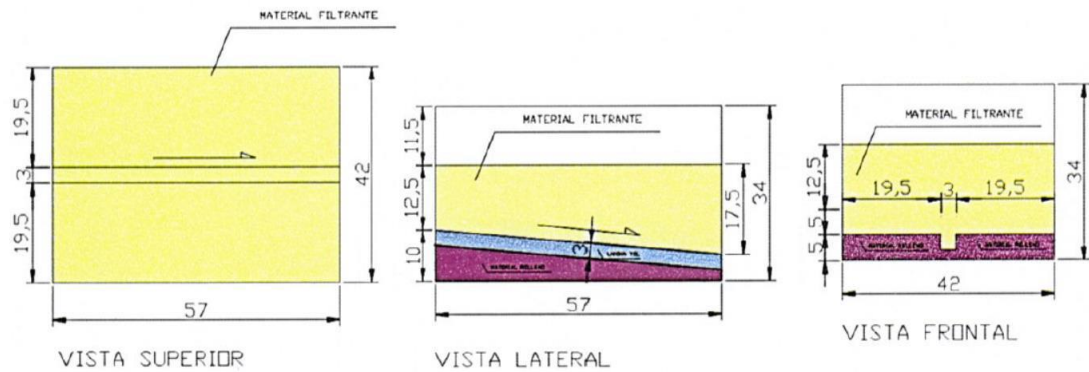
$$Q = 151,2 \frac{lt}{dia} * \frac{1 gal}{3,78 lt} = 40 \frac{gal}{dia}$$

A los 40 galones debemos aumentar 15 galones para poder garantizar que alrededor de 1/3 del mismo este lleno, garantizando el funcionamiento del filtro durante las 24 horas.

Volumen del tanque es igual a 40gal + 15gal= 55gal.



## Dimensiones del Prototipo del Filtro



**Gráfico N° 2:** Medidas para prototipo experimental del filtro  
**Elaborado por:** Sebastián Ortiz, 2018

Para el cálculo del volumen se debe considerar el área del trapecio lateral.

**Ecuación 5:** Área del trapecio lateral

$$AT = b * \frac{Lm+LM}{2}$$

Donde:

Área Trapecio Lateral: AT

Volumen Trapecio: VT

Lado mayor: LM = 17,5cm

Lado menor: Lm = 12,5cm

Base: b = 57 cm

Ancho = 42cm

$$AT = 57\text{cm} * \frac{12,5\text{cm}+17,5\text{cm}}{2}$$

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

**Ecuación 6:** Cálculo del volumen del trapecio VT

$$VT = AT * \text{ancho}$$

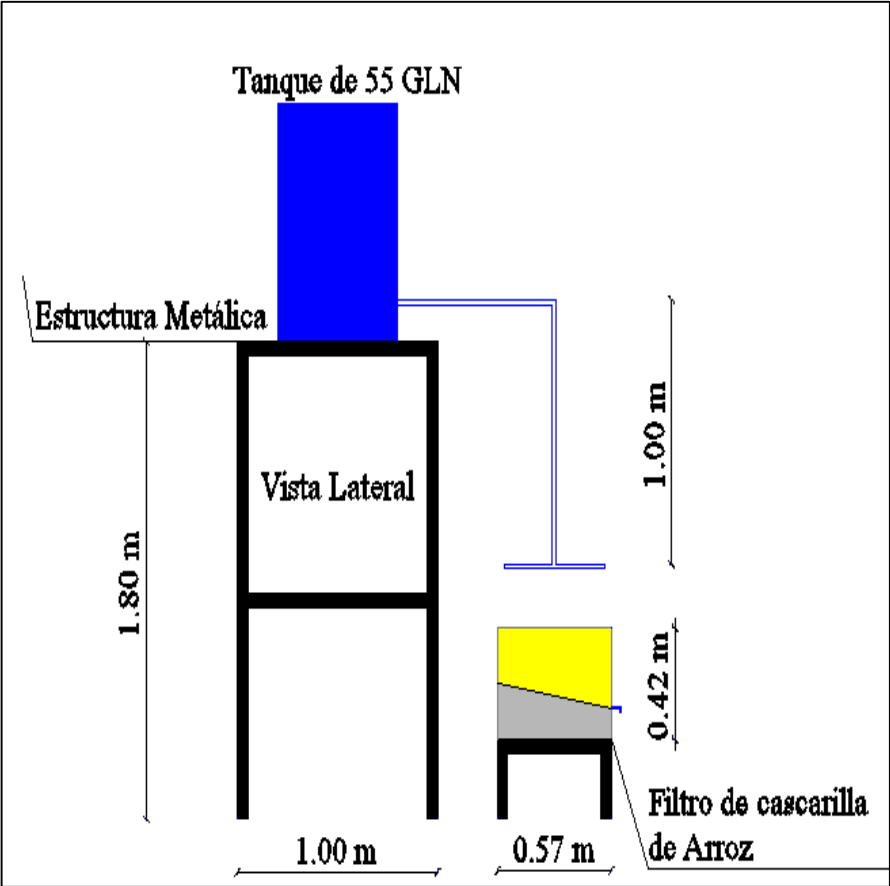
$$VT = 855\text{cm}^2 * 42\text{cm}$$

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

Para nuestro prototipo debemos mantener un volumen mínimo de 35 litros. En este caso se seleccionó un recipiente plástico denominado “Guardamovil Grande” con dimensiones (57\*42\*34) el cual cuenta con las medidas más aproximadas a nuestro diseño. Al no tratarse de un diseño de filtro sino del análisis del material filtrante este recipiente nos garantizara mantener el volumen de 35 litros contando con dos capas. La primera el material de soporte utilizado como relleno el cual no tiene contacto con el material a analizar y segunda capa compuesta del material filtrante. Estas dos capas están divididas por un tol metálico de alta resistencia el cual sirve como soporte y recolector de las aguas residuales tratadas.



**Gráfico N° 3:** Guardamovil Grande  
**Elaborado por:** Sebastián Ortiz, 2018



**Gráfico N° 4:** Modelo básico de filtros de cascarilla de arroz  
**Elaborado por:** Sebastián Ortiz, 2018

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos este proyecto experimental cuenta con un filtro elaborado con cascarilla de arroz el cual es un material orgánico utilizado en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”.

Se tomaron muestras en un periodo de 20 días las cuales fueron analizadas en el laboratorio Laquanalysis asegurando una obtención de resultados confiables ya que es un laboratorio certificado.

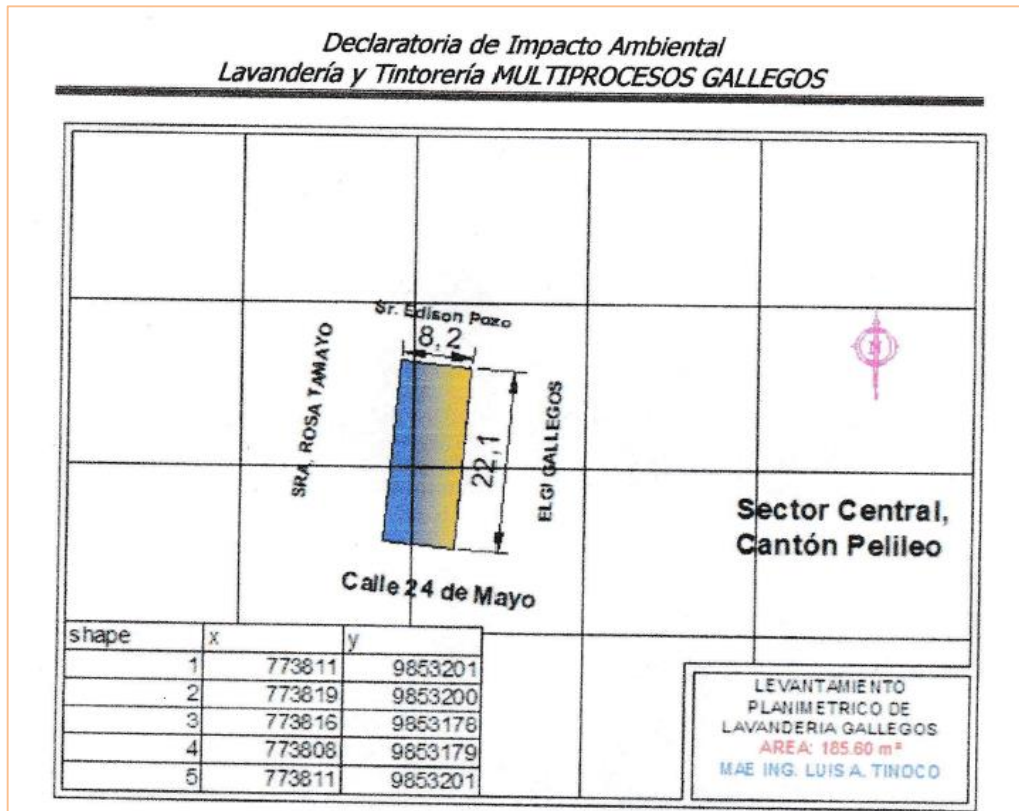
##### 4.1.1. Ubicación del lugar de estudio

Tabla N° 5: Ficha técnica de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

<b>Datos Generales del Propietario</b>			
<b>Representante Legal</b>	William Gallegos		
<b>Dirección</b>	Calle 24 de Mayo, barrio Oriente		
<b>Teléfono</b>	2-830353		
<b>Correo Electrónico</b>	Normatite2013@hotmail.com		
<b>Datos Generales del Proyecto</b>			
<b>Nombre</b>	Multiprocesos Gallegos		
<b>Tipo de actividad</b>	Lavado de jeans		
<b>Tipo de Empresa</b>	Privada		
<b>Ubicación del Proyecto</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>
	Tungurahua	Pelileo	Pelileo
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	
	773811	9853201	

Elaborado por: Sebastian Ortiz

**Gráfico N° 5:** Planimetría Lavandería y tintorería Multiprocesos Gallegos



**Fuente:** Planimetría otorgada por propietario William Gallegos

**Gráfico N° 6:** Ubicación lavandería y tintorería Multiprocesos Gallegos



**Fuente:** Google Maps

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz

## 4.2. DETERMINACIÓN DE LECTURAS DE CAUDALES

Para la determinación de la lectura de caudales se contabilizo cuantos tanqueros se utilizan al día en la lavadora de jeans Multiprocesos gallegos durante 10 días ya que no se utiliza el agua que viene directamente de la red de agua potable. Se utilizan tanqueros de 3000 galones para el abastecimiento de agua en la lavadora.

**Tabla N° 6:** Determinación de caudales

Determinación del caudal medio diario utilizado en la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”					
Día	Fecha	Cantidad	Hora	Consumo	Observaciones
Martes	09-01-18	3	10:00am	9.000 gal	Producción normal
Miércoles	10-01-18	3	10:00am	9.000 gal	Producción normal
Jueves	11-01-18	4	10:00am	12.000 gal	Producción media
Viernes	12-01-18	5	10:00am	15.000 gal	Producción alta
Sábado	13-01-18	5	10:00am	15.000 gal	Producción normal
Martes	16-01-18	3	10:00am	9.000 gal	Producción normal
Miércoles	17-01-18	3	10:00am	9.000 gal	Producción normal
Jueves	18-01-18	5	10:00am	15.000 gal	Producción alta
Viernes	19-01-18	5	10:00am	15.000 gal	Producción alta
Sábado	20-01-18	3	10:00am	9.000 gal	Producción normal
Caudal medio diario =				11.700 gal = 44,34 m <sup>3</sup> /día	

**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

### 4.3. COSTO DEL FILTRO ARTESANAL DE CASCARILLA DE ARROZ

Costo del filtro artesanal de cascarilla de arroz para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

**Tabla N° 7:** Costo de filtro artesanal de cascarilla de arroz

<b>Descripción del Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>
Estructura metálica	1	80
Recipiente de plástico	1	17
Tanque de 55 galones	1	25
Varios	1	35
Cascarilla de arroz	20 lb	2
<b>Total</b>		<b>159</b>

**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

Para la elaboración del filtro artesanal se pudo obtener todos los materiales en la ciudad de Ambato a un precio económico.

#### 4.4. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA

Las aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” ubicada en el cantón Pelileo presentan las siguientes características: color azul, olor a detergente y partículas menores.

Para el tiempo de retención hidráulica se filtró el material cascarilla de arroz por un tiempo de 5 horas.

**Tabla N° 8:** Tiempo de retención hidráulica

MATERIAL	CASCARILLA DE ARROZ
TIEMPO DE RETENCIÓN	5 HORAS
COLOR	CELESTE CLARO
OLOR	SE REDUCE
OBSERVACIONES	Después del proceso de filtración se apreció un cambio de color azul oscuro a celeste claro producido por la retención de partículas y además el olor se redujo de manera considerable.

**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”



**Figura N° 3:** Muestra antes del proceso de filtración



**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

**Figura N° 4:** Muestra después del proceso de filtración



**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

#### 4.5. NUMERO DE MUESTRAS TOMADAS

Para la toma de muestras se mantuvo el filtro en funcionamiento durante un periodo de 20 días, en los cuales se realizó la toma de 6 muestras crudas y 6 muestras filtradas 2 muestras por semana durante un periodo de 3 semanas. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de ensayos acreditado. Lacuanálisis ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

#### 4.6. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS

Para analizar los resultados obtenidos se utilizó la tabla 9 de Límites de descargar al sistema de alcantarillado público del Registro Oficial del Ministerio del Ambiente, 2015.

**Tabla N° 9:** Límites de descargar al sistema de alcantarillado publico

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO	$\frac{mg}{l}$	250
Demanda Química de oxígeno	DQO	$\frac{mg}{l}$	500
Agua para consumo humano		Pt-Co	15

**Elaborado por:** Sebastián Ortiz

**Fuente:** Registro Oficial Ministerio del Ambiente, 2015.

#### 4.6.1. Primer análisis de la Muestra Cruda

Los resultados de la primera muestra cruda a los 4 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 10 de enero de 2018, a las 10:30 am.

**Tabla N° 10:** Resultado del análisis de la primera muestra antes de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA PRIMERA MUESTRA ANTES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Cruda 1	Fecha de Análisis	10 – 19 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	1172
DBO5	mg/l	250	457,3
Color	Pt - Co		1865

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.2. Primer Análisis de la Muestra Filtrada

Los resultados de la primera muestra filtrada a los 4 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 10 de enero de 2018, a las 11:00 am.

**Tabla N° 11:** Resultado del análisis de la primera muestra después de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA PRIMERA MUESTRA DEPUES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Filtrada 1	Fecha de Análisis	10 – 19 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	963
DBO5	mg/l	250	449,33
Color	Pt - Co		1535

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.3. Segundo Análisis de la Muestra Cruda

Los resultados de la segunda muestra cruda a los 5 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 11 de enero de 2018, a las 10:30 am.

**Tabla N° 12:** Resultado del análisis de la segunda muestra antes de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA SEGUNDA MUESTRA ANTES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Cruda 2	Fecha de Análisis	10 – 19 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	983
DBO5	mg/l	250	487,53
Color	Pt - Co		2278

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.4. Segundo análisis de la muestra filtrada

Los resultados de la segunda muestra filtrada a los 5 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 11 de enero de 2018, a las 11:00 am.

**Tabla N° 13:** Resultado del análisis de la segunda muestra después de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA SEGUNDA MUESTRA DESPUES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Filtrada 2	Fecha de Análisis	10 – 19 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	703
DBO5	mg/l	250	411,78
Color	Pt - Co		2250

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.5. Tercer Análisis de la Muestra Cruda

Los resultados de la tercera muestra cruda a los 10 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 16 de enero de 2018, a las 10:30 am.

**Tabla N° 14:** Resultado del análisis de la tercera muestra antes de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA TERCERA MUESTRA ANTES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Cruda 3	Fecha de Análisis	16 – 25 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	687
DBO5	mg/l	250	435,04
Color	Pt - Co		748

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.6. Tercer análisis de la muestra filtrada

Los resultados de la tercera muestra filtrada a los 10 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 16 de enero de 2018, a las 11:00 am.

**Tabla N° 15:** Resultado del análisis de la tercera muestra después de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA TERCERA MUESTRA DESPUES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Filtrada 3	Fecha de Análisis	16 – 25 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	630
DBO5	mg/l	250	408,79
Color	Pt - Co		705

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.



#### 4.6.7. Cuarto análisis de la muestra cruda

Los resultados de la cuarta muestra cruda a los 11 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 17 de enero de 2018, a las 10:30 am.

**Tabla N° 16:** Resultado del análisis de la cuarta muestra antes de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA CUARTA MUESTRA ANTES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Cruda 4	Fecha de Análisis	17 – 26 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	719
DBO5	mg/l	250	462,79
Color	Pt - Co		609

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.8. Cuarto análisis de la muestra filtrada

Los resultados de la cuarta muestra filtrada a los 11 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 17 de enero de 2018, a las 11:00 am.

**Tabla N° 17:** Resultado del análisis de la cuarta muestra después de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA CUARTA MUESTRA DESPUES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Filtrada 4	Fecha de Análisis	17 – 26 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	476
DBO5	mg/l	250	225,04
Color	Pt - Co		415

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.9. Quinto análisis de la muestra cruda

Los resultados de la quinta muestra cruda a los 12 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 18 de enero de 2018, a las 10:30 am.

**Tabla N° 18:** Resultado del análisis de la quinta muestra antes de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA QUINTA MUESTRA ANTES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Cruda 5	Fecha de Análisis	18 – 29 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	233
DBO5	mg/l	250	154,13
Color	Pt - Co		403

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.10. Quinto análisis de la muestra filtrada

Los resultados de la quinta muestra filtrada a los 12 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 18 de enero de 2018, a las 11:00 am.

**Tabla N° 19:** Resultado del análisis de la quinta muestra después de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA QUINTA MUESTRA DESPUES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Filtrada 5	Fecha de Análisis	18 – 29 de enero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	141
DBO5	mg/l	250	97,43
Color	Pt - Co		172

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.11. Sexto análisis de la muestra cruda

Los resultados de la sexta muestra cruda a los 17 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 23 de enero de 2018, a las 10:30 am.

**Tabla N° 20:** Resultado del análisis de la sexta muestra antes de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA SEXTA MUESTRA ANTES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Cruda 6	Fecha de Análisis	23 de enero – 02 de febrero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	990
DBO5	mg/l	250	500,95
Color	Pt - Co		2035

**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

#### 4.6.12. Sexto análisis de la muestra filtrada

Los resultados de la sexta muestra filtrada a los 17 días fueron obtenidos del laboratorio de ensayos acreditado Lacquanálisis S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La muestra fue tomada el día 23 de enero de 2018, a las 11:00 am.

**Tabla N° 21:** Resultado del análisis de la sexta muestra después de la filtración

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA SEXTA MUESTRA DESPUES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE JEANS			
Tipo de muestra	Filtrada 6	Fecha de Análisis	23 de enero – 02 de febrero de 2018
Parámetros	Unidades	Limites	Resultados
DQO	mg/l	500	636
DBO5	mg/l	250	379,45
Color	Pt - Co		1665

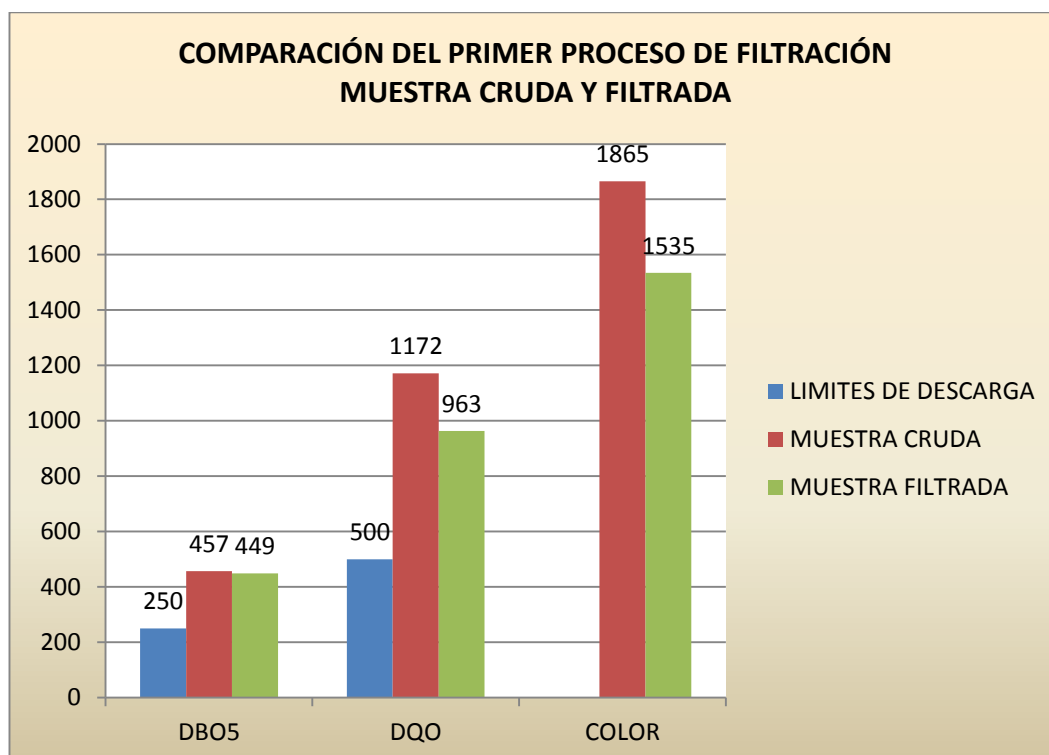
**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

**Fuente:** Informe de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanálisis S.A.

## 4.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.7.1. Análisis de los resultados del primer proceso de filtración

**Gráfico N° 7:** Comparación de la primera muestra de agua cruda con la primera muestra de agua filtrada.



**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

En el gráfico uno se puede apreciar los resultados obtenidos luego del primer proceso de filtración realizado a los 4 días de funcionamiento del filtro. Los valores obtenidos son los siguientes:

- El valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la muestra cruda es de 457 mg/l y de la muestra filtrada es de 449 mg/l, a pesar de que se nota un descenso en el valor no se llega a los límites de descarga que es de 250 mg/l. La eficiencia del primer proceso de filtración es:

$$eficiencia = \frac{DBO5 I - DBO5 M}{DBO5 I} * 100$$

$$eficiencia = \frac{457 - 449}{457} * 100$$

$$eficiencia = 1,75 \%$$

- El valor de la Demanda Química de Oxígeno en la muestra cruda es de 1172 mg/l y de la muestra filtrada es de 963 mg/l, a pesar de que se nota un descenso en el valor no se llega a los límites de descarga que es de 500 mg/l.

$$eficiencia = \frac{1172 - 963}{1172} * 100$$

$$eficiencia = 16,97\%$$

- El valor de color en la muestra cruda es de 1865 Pt-Co y de la muestra filtrada es de 1535 Pt-Co, se puede apreciar una disminución de color.

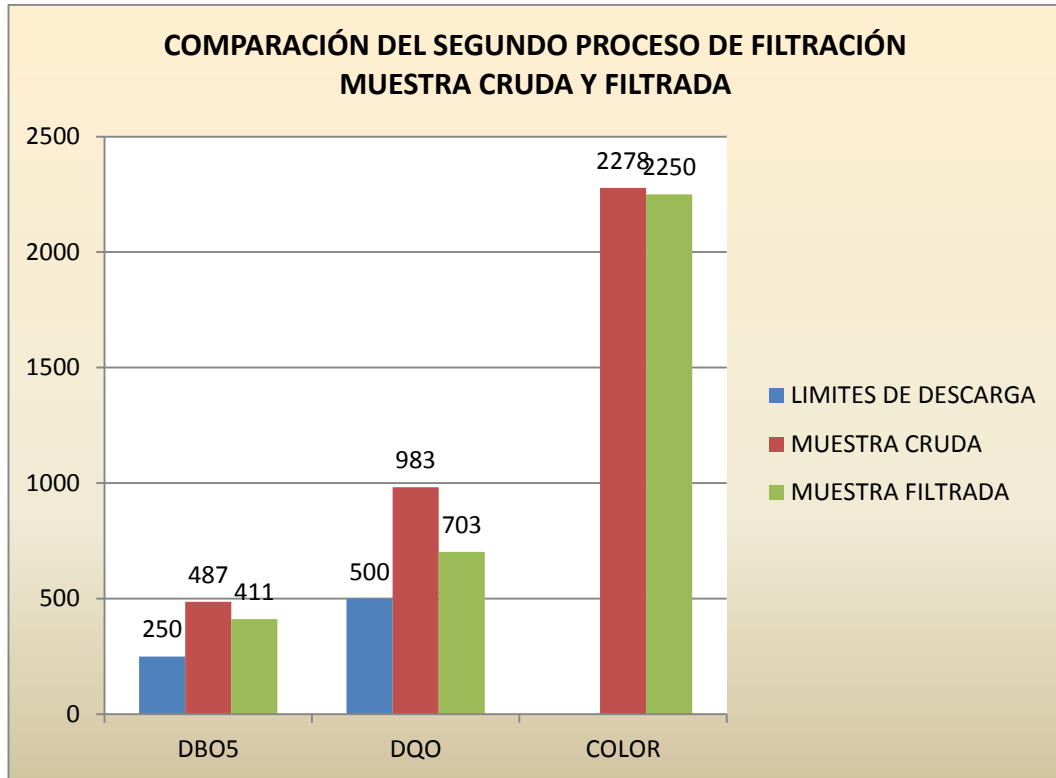
$$eficiencia = \frac{1865 - 1535}{1865} * 100$$

$$eficiencia = 17,69\%$$



#### 4.7.2. Análisis de los resultados del segundo proceso de filtración

**Gráfico N° 8:** Grafico 2. Comparación de la segunda muestra de agua cruda con la segunda muestra de agua filtrada.



Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

En el gráfico uno se puede apreciar los resultados obtenidos luego del segundo proceso de filtración realizado a los 5 días de funcionamiento del filtro. Los valores obtenidos son los siguientes:

- El valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la muestra cruda es de 487,53 mg/l y de la muestra filtrada es de 411,78 mg/l, a pesar de que se nota un descenso en el valor no se llega a los límites de descarga que es de 250 mg/l.

$$eficiencia = \frac{487,53 - 411,78}{487,53} * 100$$

$$eficiencia = 15,54\%$$

- El valor de la Demanda Química de Oxígeno en la muestra cruda es de 983 mg/l y de la muestra filtrada es de 703 mg/l, a pesar de que se nota un descenso en el valor no se llega a los límites de descarga que es de 500 mg/l.

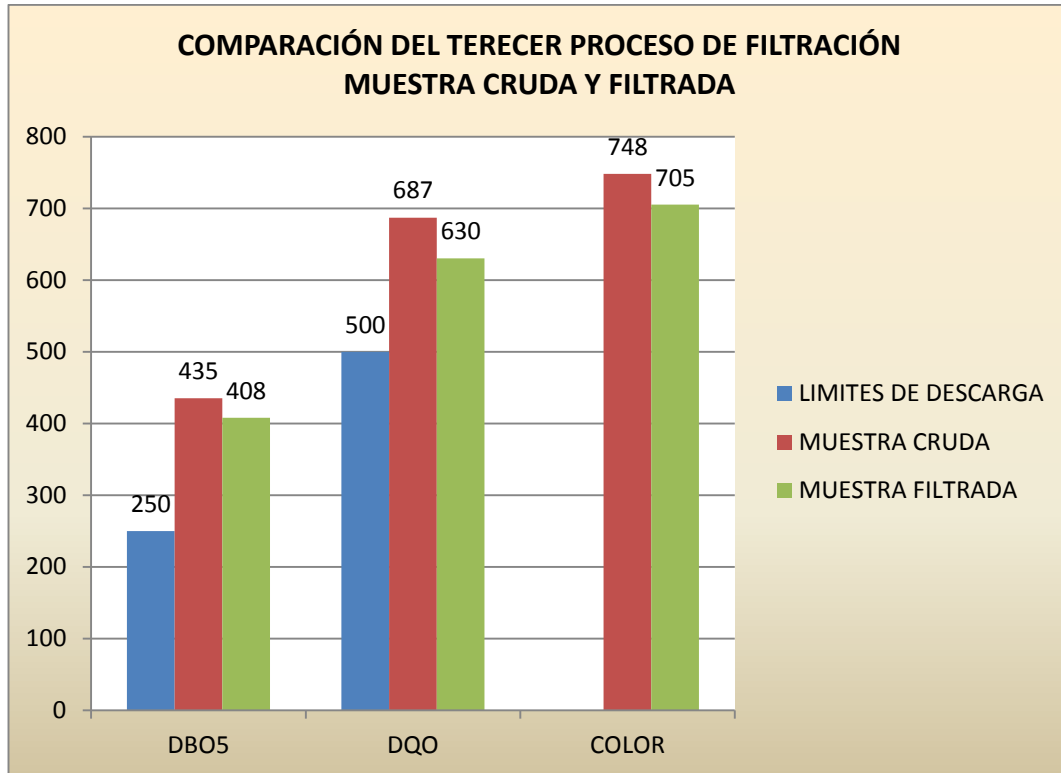
$$eficiencia = \frac{983 - 703}{983} * 100$$
$$eficiencia = 28,48\%$$

- El valor de color en la muestra cruda es de 2278 Pt-Co y de la muestra filtrada es de 2250 Pt-Co, se puede apreciar una disminución de color muy significativa.

$$eficiencia = \frac{2278 - 2250}{2278} * 100$$
$$eficiencia = 1,22\%$$

### 4.7.3. Análisis de los resultados del tercer proceso de filtración

**Gráfico N° 9:** Comparación de la tercera muestra de agua cruda con la tercera muestra de agua filtrada.



**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

En el gráfico uno se puede apreciar los resultados obtenidos luego del tercer proceso de filtración realizado a los 10 días de funcionamiento del filtro. Los valores obtenidos son los siguientes:

- El valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la muestra cruda es de 435,04 mg/l y de la muestra filtrada es de 408,79 mg/l, a pesar de que se nota un descenso en el valor no se llega a los límites de descarga que es de 250 mg/l.

$$eficiencia = \frac{435,04 - 408,79}{435,04} * 100$$

$$eficiencia = 6,03\%$$

- El valor de la Demanda Química de Oxígeno en la muestra cruda es de 687 mg/l y de la muestra filtrada es de 630 mg/l, a pesar de que se nota un descenso en el valor no se llega a los límites de descarga que es de 500 mg/l.

$$eficiencia = \frac{687 - 630}{687} * 100$$

$$eficiencia = 8,29\%$$

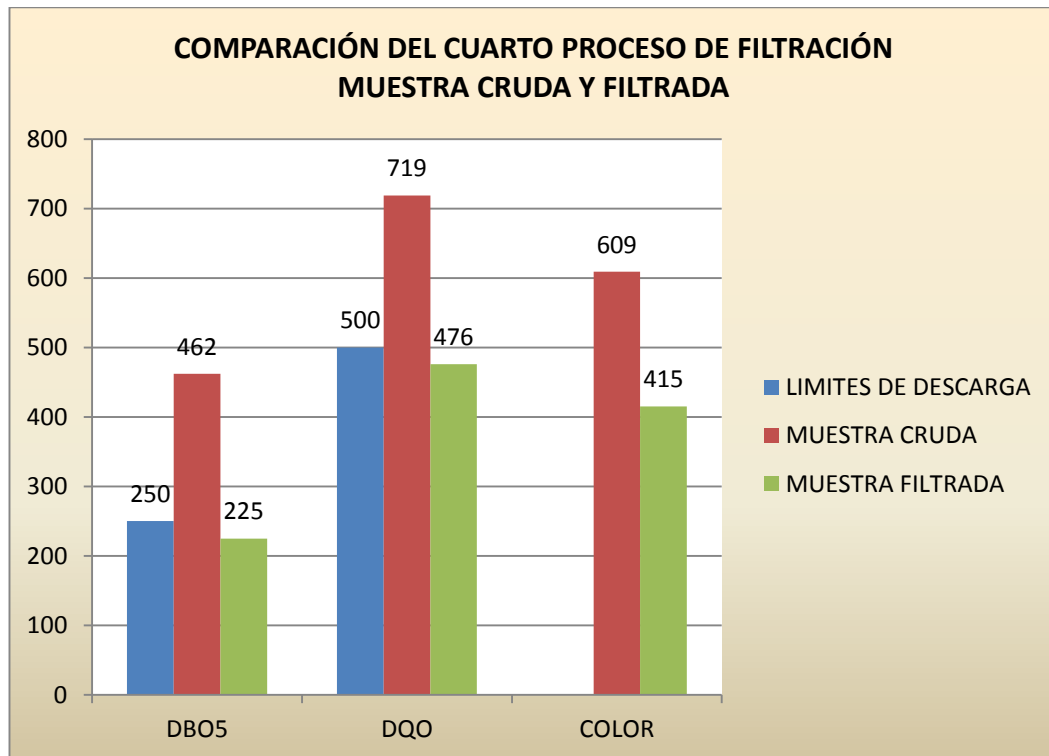
- El valor de color en la muestra cruda es de 748 Pt-Co y de la muestra filtrada es de 705 Pt-Co, se puede apreciar una disminución de color muy significativa.

$$eficiencia = \frac{748 - 705}{748} * 100$$

$$eficiencia = 5,74\%$$

#### 4.7.4. Análisis de los resultados del cuarto proceso de filtración

**Gráfico N° 10:** Comparación de la cuarta muestra de agua cruda con la cuarta muestra de agua filtrada.



**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

En el gráfico uno se puede apreciar los resultados obtenidos luego del cuarto proceso de filtración realizado a los 11 días de funcionamiento del filtro. Los valores obtenidos son los siguientes:

- El valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la muestra cruda es de 462,79 mg/l y de la muestra filtrada es de 225,04 mg/l, en esta etapa del proceso de filtración se puede apreciar un descenso en los valores llegando al límite de descarga al alcantarillado que es de 250 mg/l.

$$eficiencia = \frac{462,79 - 225,04}{462,79} * 100$$

$$eficiencia = 51,37\%$$

- El valor de la Demanda Química de Oxígeno en la muestra cruda es de 719 mg/l y de la muestra filtrada es de 476 mg/l, en esta etapa del proceso de filtración se puede apreciar un descenso en los valores llegando al límite de descarga al alcantarillado que es de 500 mg/l.

$$eficiencia = \frac{719 - 476}{719} * 100$$

$$eficiencia = 33,79\%$$

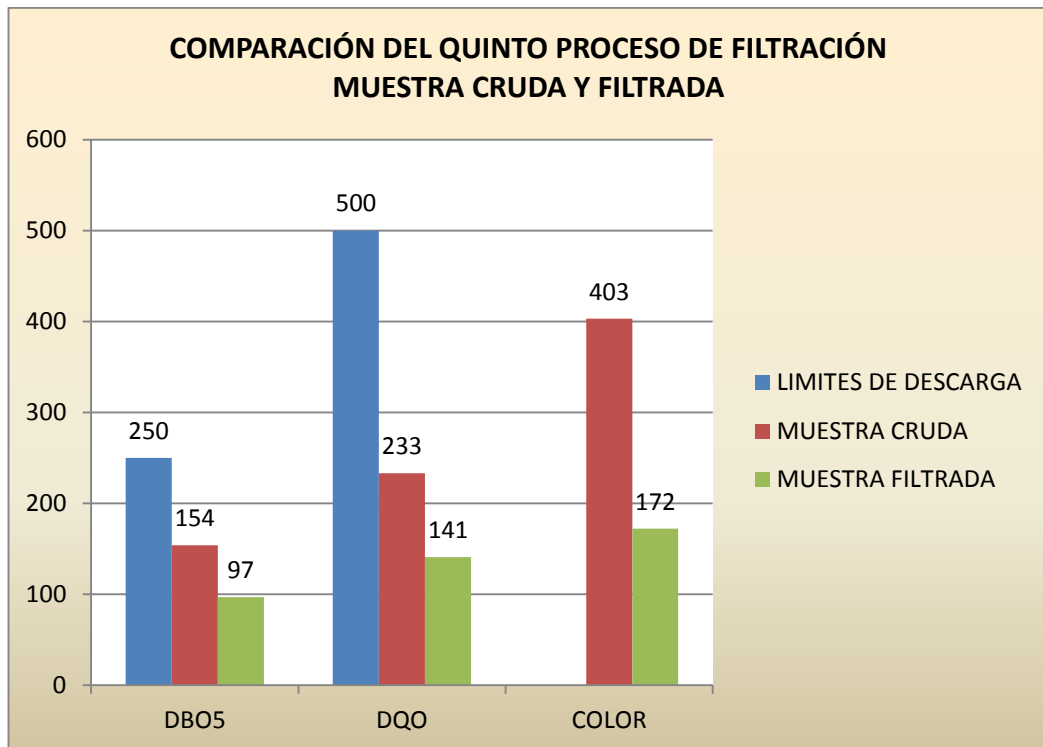
- El valor de color en la muestra cruda es de 609 Pt-Co y de la muestra filtrada es de 415 Pt-Co, se puede apreciar una disminución de color muy significativa.

$$eficiencia = \frac{609 - 415}{609} * 100$$

$$eficiencia = 31,85\%$$

#### 4.7.5. Análisis de los resultados del quinto proceso de filtración

**Gráfico N° 11:** Comparación de la quinta muestra de agua cruda con la quinta muestra de agua filtrada.



**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

En el gráfico uno se puede apreciar los resultados obtenidos luego del quinto proceso de filtración realizado a los 12 días de funcionamiento del filtro. Los valores obtenidos son los siguientes:

- El valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la muestra cruda es de 154,13 mg/l y de la muestra filtrada es de 97,43 mg/l, en esta etapa del proceso de filtración se puede apreciar un descenso en los valores mejorando de manera significativa al límite de descarga al alcantarillado que es de 250 mg/l.

$$eficiencia = \frac{154,13 - 97,43}{154,13} * 100$$

$$eficiencia = 37,04\%$$

- El valor de la Demanda Química de Oxígeno en la muestra cruda es de 233 mg/l y de la muestra filtrada es de 141 mg/l, en esta etapa del proceso de filtración se puede apreciar un descenso en los valores mejorando al límite de descarga al alcantarillado que es de 500 mg/l.

$$eficiencia = \frac{233 - 141}{233} * 100$$

$$eficiencia = 39,48\%$$

- El valor de color en la muestra cruda es de 403 Pt-Co y de la muestra filtrada es de 172 Pt-Co, se puede apreciar una disminución de color muy significativa

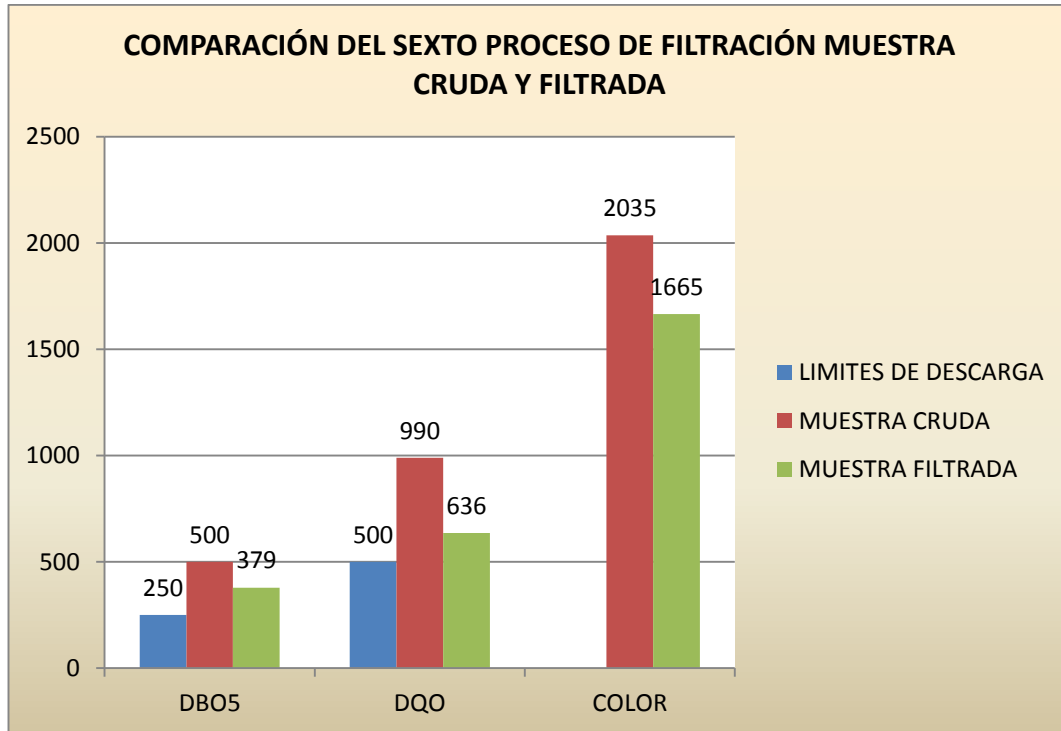
$$eficiencia = \frac{403 - 172}{403} * 100$$

$$eficiencia = 57,32\%$$



#### 4.7.6. Análisis de los resultados del sexto proceso de filtración.

**Gráfico N° 12:** Comparación de la sexta muestra de agua cruda con la sexta muestra de agua filtrada.



**Elaborado por:** Sebastian Ortiz, 2018

En el gráfico se puede apreciar los resultados obtenidos luego del sexto proceso de filtración realizado a los 17 días de funcionamiento del filtro. Los valores obtenidos son los siguientes:

- El valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la muestra cruda es de 500,95 mg/l y de la muestra filtrada es de 379,45 mg/l, en esta etapa del proceso de filtración se puede apreciar un descenso en los valores mejorando de manera significativa un poco sobre el límite de descarga al alcantarillado que es de 250 mg/l.

$$eficiencia = \frac{500,95 - 379,45}{500,95} * 100$$

$$eficiencia = 24,25\%$$

- El valor de la Demanda Química de Oxígeno en la muestra cruda es de 990 mg/l y de la muestra filtrada es de 636 mg/l, en esta etapa del proceso de filtración se puede apreciar un descenso en los valores mejorando pero sobre el límite de descarga al alcantarillado que es de 500 mg/l.

$$eficiencia = \frac{990 - 636}{990} * 100$$

$$eficiencia = 35,75\%$$

- El valor de color en la muestra cruda es de 2035 Pt-Co y de la muestra filtrada es de 1665 Pt-Co, se puede apreciar una disminución de color muy significativa

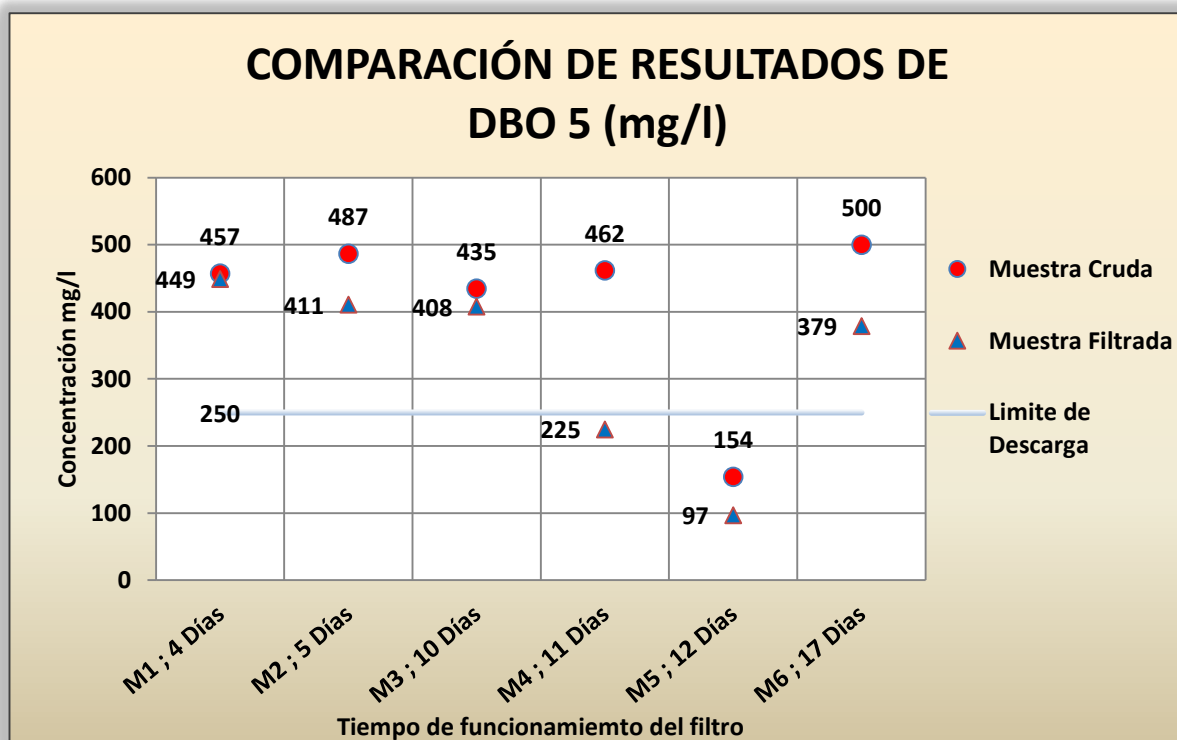
$$eficiencia = \frac{2035 - 1665}{2035} * 100$$

$$eficiencia = 18,18\%$$

## 4.8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS POR PARAMETROS

### 4.8.1. Resultados de los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días.

Gráfico N° 13: Comparación de los resultados de los análisis del DBO5



MC= Muestras cruda ●

MF = Muestra filtrada ●

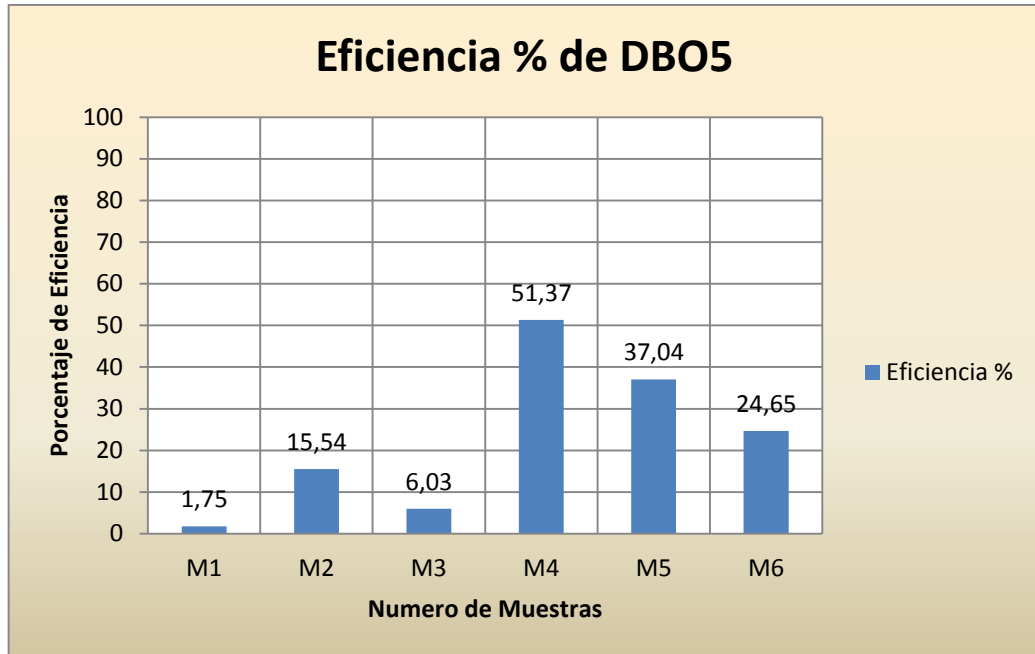
Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

#### Interpretación:

Como se puede observar el comportamiento del filtro depende del tipo de jeans que está siendo lavado. Se nota una disminución del DBO5 en todas las filtraciones dando buenos resultados. En las últimas pruebas llegamos a los límites de descarga al alcantarillado cumpliendo con las expectativas planteadas en este experimento. El valor de límite de descarga es 250 mg/l y el obtenido en el quinto proceso de filtración es de 97,43 mg/l.

#### 4.8.2. Eficiencia de los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días.

Gráfico N° 14: Eficiencia de los resultados de los análisis del DBO5



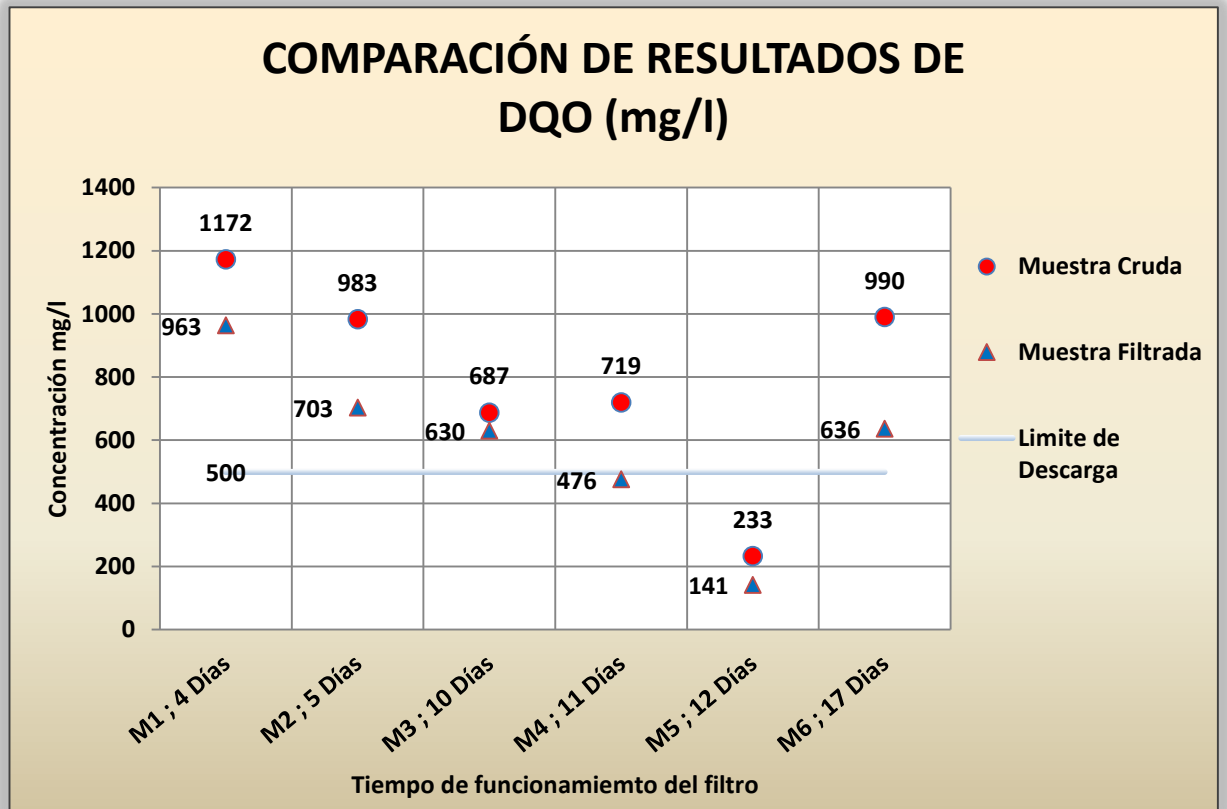
Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

#### Interpretación:

Como se puede apreciar el filtro tiene una eficiencia máxima del DBO5 DEL 51,37 por ciento en la segunda semana de filtración y una eficiencia mínima del 1,75% en el primer filtrado. En promedio la eficiencia del filtro es del 22,73% dando un resultado favorable al tema planteado.

### 4.8.3. Resultados de los valores de la Demanda Química de Oxígeno

Gráfico N° 15: Comparación de los resultados de los análisis del DQO



MC= Muestras cruda ●

MF = Muestra filtrada ●

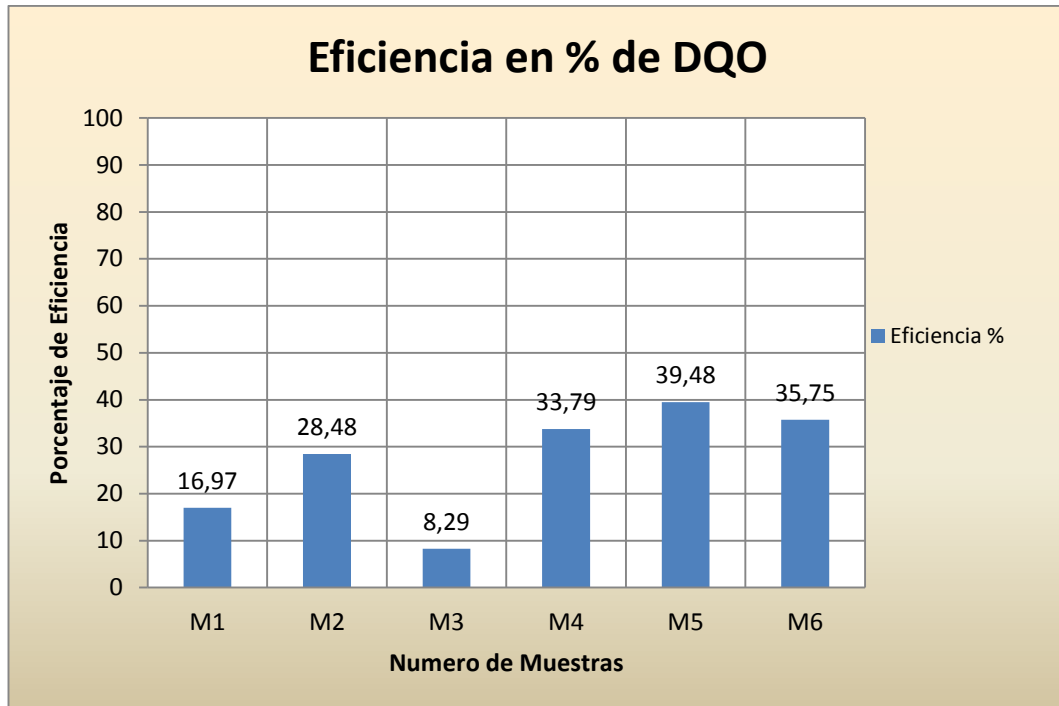
Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

#### Interpretación:

Como se puede observar el comportamiento del filtro depende del tipo de jeans que está siendo lavado. Se nota una disminución del DQO en todas las filtraciones dando buenos resultados. En las últimas pruebas llegamos a los límites de descarga al alcantarillado cumpliendo con las expectativas planteadas en este experimento. El valor de límite de descarga es 500 mg/l y el obtenido en el quinto proceso de filtración es de 141 mg/l.

#### 4.8.4. Eficiencia de los valores de la Demanda Química de Oxígeno.

Gráfico N° 16: Eficiencia de los resultados de los análisis del DQO



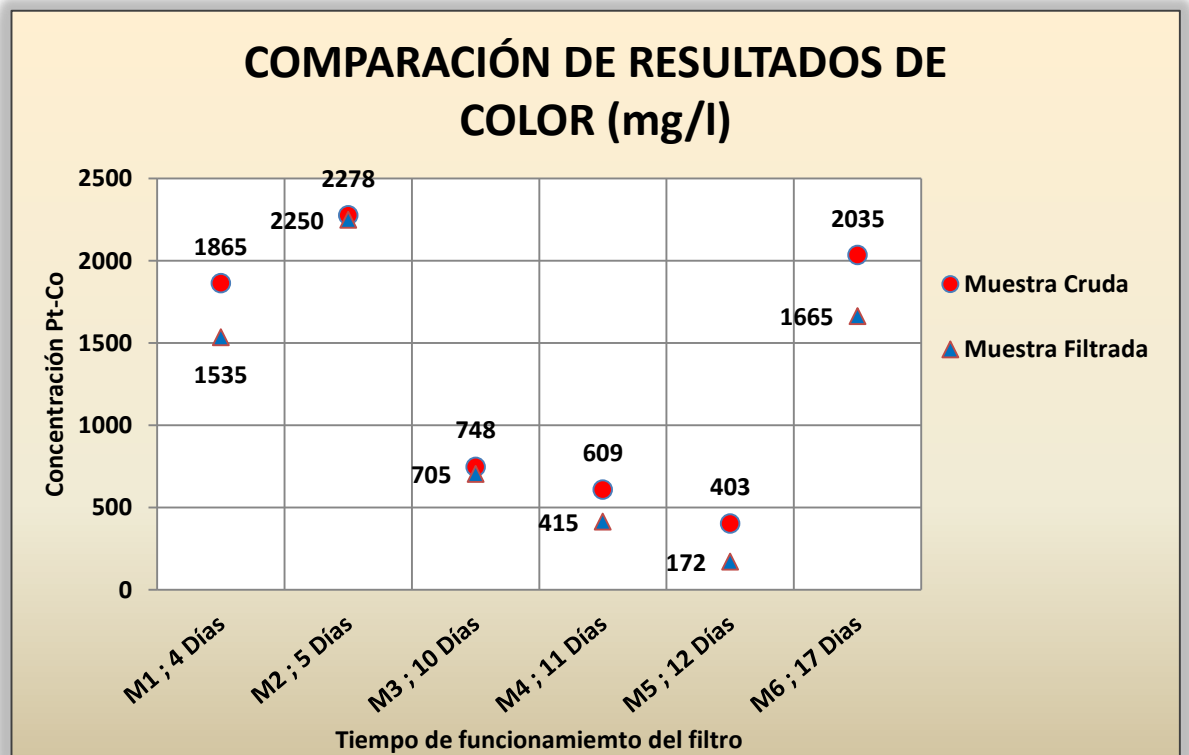
Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

#### Interpretación:

Como se puede apreciar el filtro tiene una eficiencia máxima del DQO del 39,48 por ciento en la segunda semana de filtración y una eficiencia mínima del 16,97% en el primer filtrado. En promedio la eficiencia del filtro es del 27,12% dando un resultado favorable al tema planteado.

#### 4.8.5. Resultados de los valores de color

Gráfico N° 17: Comparación de los resultados de los análisis del color



MC= Muestras cruda ●

MF = Muestra filtrada ●

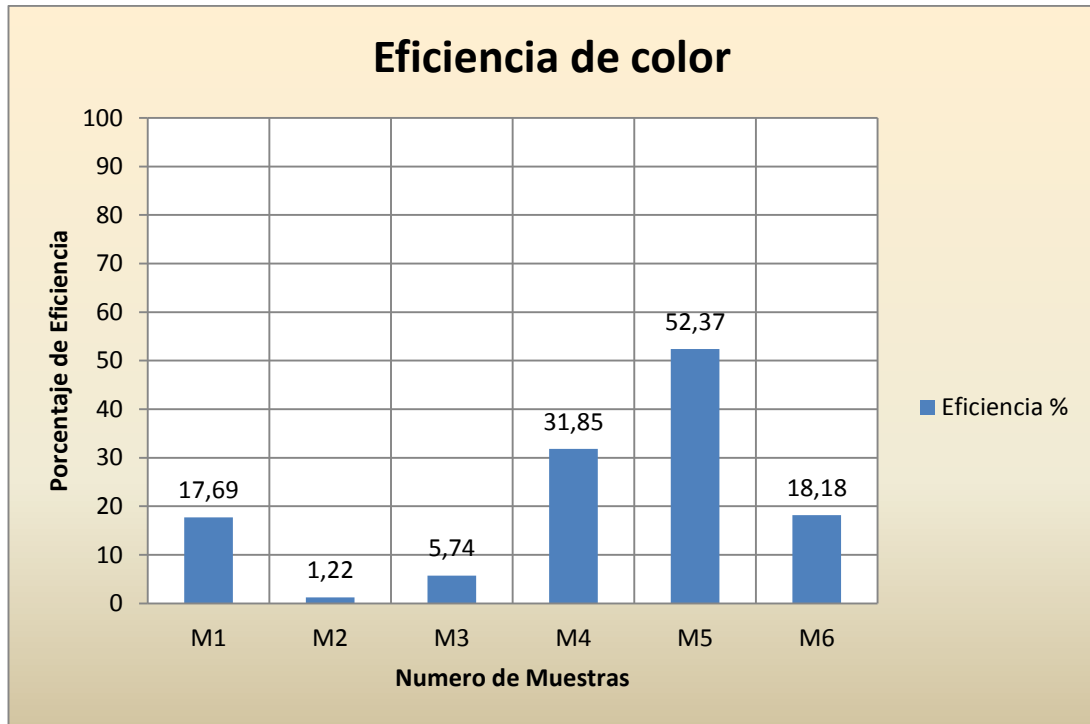
Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

#### Interpretación:

Como se puede observar el comportamiento del filtro depende del tipo de jeans que está siendo lavado. Se nota una disminución del color en todas las filtraciones dando buenos resultados. El cambio visual del color es notable de un azul oscuro a un azul transparente. Los mejores resultados obtenidos de color fueron en la muestra 5.

#### 4.8.6. Eficiencia de los valores de la Demanda Química de Oxígeno.

Gráfico N° 18: Eficiencia de los resultados de los análisis del Color



Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

#### Interpretación:

Como se puede apreciar el filtro tiene una eficiencia máxima del color del 52,37 por ciento en la segunda semana de filtración y una eficiencia mínima del 1,22% en el primer filtrado. En promedio la eficiencia del filtro es del 21,18% dando un resultado favorable al tema planteado.



#### 4.8.7. Eficiencia Total del Filtro

Tabla N° 22: Resultado final

PARAMETROS	PORCENTAJE DE EFICIENCIA
DBO5	22,73%
DQO	27,12%
COLOR	21,18%
EFICIENCIA TOTAL:	23,67%

Elaborado por: Sebastian Ortiz, 2018

Como resultado final tenemos una eficiencia total del filtro de un 23,17% dando un resultado positivo a nuestro trabajo experimental.

#### 4.9. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En base a los resultados obtenidos en el laboratorio de ensayos Lacquanalisis ubicado en la ciudad de Ambato, luego del proceso de filtración de los análisis realizados durante el periodo de tres semanas al agua residual filtrada de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” se deduce que: se aprecia una disminución en los valores obtenidos de los parámetros analizados DBO5, DQO y color en todas las muestras analizadas comprobando la hipótesis alternativa planteada “La cascarilla de arroz como material para filtros, mejorara el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos” del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua”, al obtenerse valores dentro del rango de los Límites de Descarga al Alcantarillado Publico. De esta forma se comprueba que el filtro de cascarilla de arroz tiene una efectividad del 23,17% cuando es utilizado en el tratamiento de aguas residuales de la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación del estudio realizado en la lavadora de jeans “Multiporcesos Gallegos”, en ella se observa un área de lavado y una de secado; en cuanto a su infraestructura la planta cuenta con seis máquinas industriales lavadoras de jeans marca Pasen Machine y cuatro máquinas para el secado marca Tonella. Para el lavado la maquinaria basa su funcionamiento en un tanque de agua con capacidad de veinte mil galones, que es abastecido con tanqueros.
- Producto de las mediciones para la toma de caudal, realizadas siempre a las diez de la mañana y que se especifican en la tabla N°6, mismas con las cuales se realizó un monitoreo de entrada de tanqueros durante diez días, se calculó el caudal promedio diario que aproximadamente es de 44,34 m<sup>3</sup>/día.
- Los resultados obtenidos en el laboratorio Lacquanalysis al analizar químicamente el agua residual, se determinó que el nivel de contaminación es elevado. El mayor valor de Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días fue de 500 mg/l obtenido en el día diecisiete este parámetro no cumple con los Límites de Descarga al Alcantarillado Público establecidos el Registro Oficial del Ministerio del Ambiente que es DBO5 250 mg/l.
- Del mismo análisis químico, se determina que el mayor valor de la Demanda Química de Oxígeno fue de 1172 mg/l obtenido en el cuarto día, este valor tampoco cumple con los parámetros establecidos como Límites de Descarga al Alcantarillado Público establecidos el Registro Oficial del Ministerio del Ambiente DQO 500 mg/l verificando la necesidad del tratamiento de estas aguas residuales.

- Se verificó que durante el período de actividad del filtro realizado con cascarilla de arroz, muestra una mayor efectividad el día doce de la toma sobrepasando los límites de Descarga al Alcantarillado Público establecidos por el Registro Oficial del Ministerio del Ambiente con valores de DBO5 de 97 mg/l y DQO de 172 mg/l y que constan en el gráfico N° 13 y 15 respectivamente.
- Se puede evidenciar que el filtro de cascarilla de arroz disminuye los valores de DBO5, DQO y el color con un porcentaje de eficiencia del 23,67%. Llegando a los Límites de Descarga al Alcantarillado Público establecidos en el Registro Oficial del Ministerio del Ambiente.
- El comportamiento del material filtrante muestra mayor eficiencia en la segunda semana pero durante la tercera semana volvió a bajar su rendimiento dando resultados sobre los límites de descarga concluyendo que la vida útil del material es de dos semanas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en la empresa de lavado de jeans Multiprocesos Gallegos se considere la utilización de algún sistema de filtración para que puedan cumplir con los Límites de Descarga al Alcantarillado Público establecidos por el Registro Oficial del Ministerio del Ambiente.
- Mantener el análisis periódico de las aguas residuales en un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (S.A.E.) para que los resultados sean garantizados, y que cumplan con los estándares establecidos por el medio ambiente.
- Es importante realizar la limpieza del tanque que abastece el agua al filtro después de cada jornada de trabajo para evitar la sedimentación que puede influir en los resultados de las muestras posteriores.
- La toma de muestra de agua cruda y agua filtrada debe ser comparada para evidenciar los resultados reales, pues intervienen diferentes contaminantes dependiendo de la producción que esté realizando la lavadora de jeans en sus diferentes jornadas de trabajo
- Para futuros trabajos experimentales donde se utilicen materiales filtrantes y que se involucren con la industria del lavado de jeans, se debería considerar dentro del proceso de filtración, el agua del primer enjuague pues en lo posterior no posee la misma cantidad de químicos y colorantes valorados mediante DBO5, DQO
- Finalmente la utilización de la cascarilla de arroz no es recomendable en su totalidad como material filtrante en el pre tratamiento de aguas residuales, pues no mejora del todo los parámetros DBO5, DQO y el color de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. P. M. V. B. y. A. P. Andrés Suárez, «Evaluación de un sistema de filtros de cascarilla de arroz y luffa cylindrica para el tratamiento de aguas lluvias,» *MUTIS*, vol. 5, pp. 21-27, 2015.
- [2] J. M. V. C. E. J. H. C. Dolores Beatriz Sosa Hernández, «LA BIOFILTRACIÓN: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,» *vidsupra*, pp. 56-60, 2014.
- [3] Á. A. Ruiz, «La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua,» *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, vol. 1, n° 2, pp. 61-66.
- [4] S. K. H. Infante<sup>1</sup> y Z. L. D. Hernández<sup>2</sup>, «EVALUACIÓN DE UN BIOFILTRO CON CASCARILLA DE ARROZ Y PASTO VETIVER (C. ZIZANIOIDES) PARA EL TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA PTAR DEL INPEC -YOPAL.,» 9-12 11 2015. [En línea]. Available: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/viewFile/1883/2113#page=126>. [Último acceso: 18 10 2017].
- [5] M. A. Garzón-Zúñiga, G. Buelna y G. E. Moeller-Chávez, «La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,» *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. vol. III, n° 3, pp. 153-161, 2012.
- [6] Á. A. Ruiz, «La biofiltración, una alternativa para,» *LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, vol. 1, n° 2, pp. 61-66, 2004.
- [7] M. J. Gil, A. M. Soto, J. I. Usma y O. D. Gutiérrez, «Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos,» *Producción + Limpia*, vol. 7, n° 2, pp. 52-73, 2013.
- [8] M. E. d. I. Peña, J. Ducci y V. Z. Plascencia, «Tratamiento de aguas residuales en México,» *Banco Interamericano de Desarrollo*, pp. 1-21, 2013.

- [9] CONAGUA, «Identificación de Alternativas de Tratamiento y Disposición Final de las Aguas Residuales y Evaluación del Uso del Agua Subterránea del Acuífero de Tijuana,» *CESPT*, p. 24, 2015.
- [10] V. Luis, «Procesos y productos electroquímicos para tratamiento de aguas,» [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos99/procesos-y-productos-electroquimicos-tratamiento-aguas/procesos-y-productos-electroquimicos-tratamiento-aguas.shtml#ixzz4euY5X9nm>. [Último acceso: 5 8 2017].
- [11] M. T. E. P., J. A. S. P. M. y G. E. M. M, «EVALUACION DE LOS PROCESOS DE PURIFICACION DE UNA DESPACHADORA DE AGUA POTABLE EN CIUDAD JUAREZ,» *CULCyT//Agua Potable*, vol. 3, nº 13, pp. 17-25, 2006.
- [12] A. Revelo, D. Proaño y C. Banchón, «Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de *Caesalpinia spinoza*,» *Enfoque UTE*, vol. 6, nº 1, pp. 1-12, 2015.
- [13] \*. A. K. b. Jaswinder Singh a, «Vermicompost as a strong buffer and natural adsorbent for reducing transition metals, BOD, COD from industrial effluent,» *Ecological Engineering*, vol. 74, pp. 13-19, 2014.
- [14] «Cresyl Violet Adsorption on Sonicated Graphite Oxide,» *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 17, pp. 1-7, 2017.
- [15] X. A. Y. Muños, «Ingeniería Hidráulica,» 2 1 2013. [En línea]. Available: <http://ingenieria-hidraulica.blogspot.com/2013/01/definicion-de-ingenieria-hidraulica.html>.
- [16] M. E. G. y J. A. P. LÓPEZ, «AGUAS RESIDUALES.COMPOSICIÓN,» [En línea]. Available: [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf). [Último acceso: 25 12 2017].
- [17] \*. K. W. a. R. O. b. Fangyue Li a, «Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses,» *Science of the Total Environment*, pp. 3439-3449, 2009.

- [18] b. D. T. F. E. E. A. H. Melesse Eshetu Mogesa, «Performance study of biofilter system for on-site greywater treatment at cottages and small households,» *Ecological Engineering*, vol. 105, pp. 118-124, 2017.
- [19] T. Mañunga, H. M. Gutiérrez, J. A. R. Victoria y A. V. Diaz, «Tratamiento de residuos de DQO generados en laboratorios de analisis ambientales,» *Ingeniería e Investigación*, vol. 30, n° 2, pp. 87-95, 2010.
- [20] E. M. Deago y G. E. Pizarro, «Typha angustifolia L. evaluada como sustrato sólido orgánico natural para biorremediar agua subterránea contaminada con nitrato,» *RIDTEC*, vol. 11, n° 1, pp. 41-54, 2015.
- [21] INEN, «AGUA. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5),» 2013. [En línea]. Available: [http://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa%20T%C3%A9cnica%20INEN/NTE%20INEN%201202%20-%20AGUAS.%20DEMANDA%20BIOQU%C3%8DMICA%20DE%20OX%C3%8DGENO%20\(DBO5\).pdf](http://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa%20T%C3%A9cnica%20INEN/NTE%20INEN%201202%20-%20AGUAS.%20DEMANDA%20BIOQU%C3%8DMICA%20DE%20OX%C3%8DGENO%20(DBO5).pdf). [Último acceso: 25 12 2017].
- [22] S. V. M. G. F. CONAGUA, «SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,» [En línea]. Available: [http://www.interapas.mx/files/cultura\\_del\\_agua/folletos/sistema\\_de\\_tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales.pdf](http://www.interapas.mx/files/cultura_del_agua/folletos/sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf). [Último acceso: 2 1 2018].
- [23] A. P. E. AGUA, «MANUAL DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS,» [En línea]. Available: <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>. [Último acceso: 2 1 2018].
- [24] E. A. Schiappacasse, Planta de tratamiento, Buenos Aires: MDC MACHINE S. A., Marcelo T. de Alvear 4346 (B1702CFZ), 206.
- [25] N. G. Rojas, P. V. Díaz, E. C. Medina y A. V. Rodríguez, «Análisis de la adsorción como método de pulimento en el tratamiento de aguas residuales,» *Quivera*, pp. 109-129, 2014.
- [26] M. P. Kelly A. Reynolds, «Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica,» *De La LLave*, p. 4, 2002.
- [27] 1. K. M. B. G. B. R. 1. Prabhat Kumar Thakur, «Determination of Mass

Transfer Coefficients for A Mixture of Compost, Sugarcane Bagasse, and Granulated Activated Carbon as Packing Medium in Biofilter,» *Bioremediation Journal*, pp. 61-70, 2013.

- [28] I. N. D. E. Y. C. CLIMÁTICO, «BIOFILTRACIÓN,» [En línea]. Available:  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/396/biofiltra.html>.  
[Último acceso: 16 12 2017].
- [29] W. a. S. Program, «Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades,» *wsp*, pp. 10-15, 2006.
- [30] O. C. J. C. K. M. C. M. & A. T. D. L. Angélica Batista<sup>1</sup>, «Diseño y construcción de filtro multicámaras horizontal por gravedad para tratamiento de efluentes industriales,» *Revista de Iniciación Científica*, vol. 2, p. 7, 2016.
- [31] M. d. ambiente, «ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE,» 2015. [En línea]. Available:  
<http://www.industrias.ec/archivos/CIG/file/CARTELERA/Reforma%20Anexo%2028%20feb%202014%20FINAL.pdf>. [Último acceso: 04 01 2018].
- [32] M. A. E. CRUZ y O. A. L. MENA, «CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA SU APLICACIÓN EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA TERMOELÉCTRICA,» 05 2010. [En línea]. Available:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2058/1/CD-2863.pdf>. [Último acceso: 5 8 2017].
- [33] A. B. A. N. G. M. M. M. Beatriz Arquero Palomino, «INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL,» 2009.
- [34] « MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN,» [En línea]. Available:  
<http://www.psicol.unam.mx/Investigacion2/pdf/METO2F.pdf>. [Último acceso: 04 01 2018].
- [35] R. J. PANEQUE, «METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN,» de



*ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA INVESTIGACIÓN CLÍNICA* , La Habana, Ciencias Médicas del Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas, 1998, pp. 12-13.

## ANEXOS

### Anexo 1. Materiales Utilizados



Ilustración 1. Tanque de 55 galones



Ilustración 2. Recipiente plástico de 35 litros



Ilustración 3. Vaso de precipitación



Ilustración 4. Botella de vidrio ámbar para toma de muestras



Ilustración 5. Material filtrante cascarilla de arroz



Ilustración 6. Estructura del filtro



Ilustración 7. Cooler para transporte de muestras

## Anexo 2 Elaboración del filtro



Ilustración 8. Preparación del tanque



Ilustración 9. Preparación de recipiente plástico



Ilustración 10. Colocación de la cascarilla de arroz en el recipiente plástico



Ilustración 11. Colocación de la plancha de toll



Ilustración 11. Filtro de cascarilla de arroz



Ilustración 12. Colocación del filtro en la lavadora de jeans “Multiprocesos Gallegos”



### Anexo 3. Toma de muestras

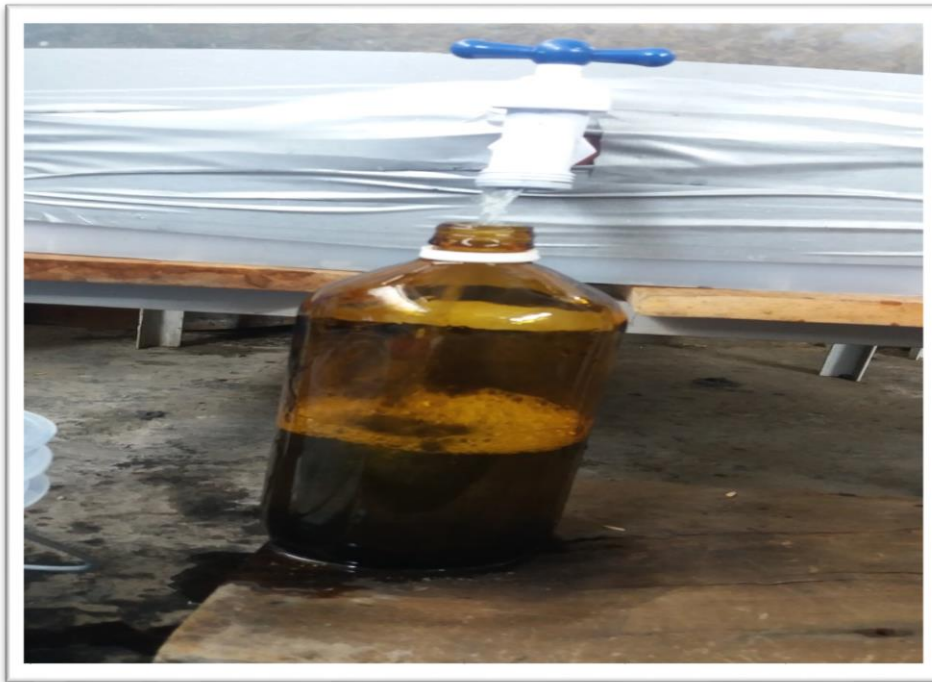


Ilustración 13. Toma de muestra filtrada



Ilustración 14. Toma de muestra cruda



Ilustración 15. Comparación de muestra filtrada y cruda

## Anexo 4. Informes de resultados del laboratorio de ensayos Lacquanalysis

www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:	032423245	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0987468484	LACQUA 1   8   2   2   2   8
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 43	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Cruda 1  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente FECHA TOMA DE MUESTRA: 10 de enero de 2018  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 10 al 19 de enero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 19 de enero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	1172	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	457,53	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	1865	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

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 José Tapia  
 ANALISTA



  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

### Primera muestra cruda

www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:	032423245	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0987468484	LACQUA 1   8   2   2   2   9
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com	

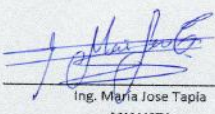
CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 43	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Filtrada 1  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente FECHA TOMA DE MUESTRA: 10 de enero de 2018  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 10 al 19 de enero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 19 de enero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	963	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	449,33	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	1535	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

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 José Tapia  
 ANALISTA



  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

### Primera muestra filtrada

**INFORME DE RESULTADOS**

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:	032423245	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0987468484	LACQUA   1   8 -   2   2   3   3
e - mail:	D15.00latanaquisperoch@gmail.com	

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Cruda 2  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 11 al 22 de enero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 22 de enero de 2018


**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	983	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	487,53	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	2278	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

\* Parámetro acreditado  
 \*\* 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**

**Segunda muestra cruda**

**INFORME DE RESULTADOS**

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:	032423245	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0987468484	LACQUA   1   8 -   2   2   3   4
e - mail:	D15.00latanaquisperoch@gmail.com	

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Filtrada 2  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 11 al 22 de enero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 22 de enero de 2018

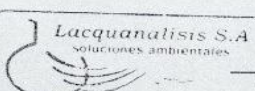
**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	703	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	411,78	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	2250	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

\* Parámetro acreditado  
 \*\* 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**

**Segunda muestra filtrada**

**INFORME DE RESULTADOS**

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:	032423245	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0987468484	LACQUA   1   8 -   2   2   3   9
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 49	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------


TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Cruda 3  
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
FECHA DE ANALISIS: Desde el 16 al 25 de enero de 2018  
FECHA EMISION DE INFORME: 25 de enero de 2018

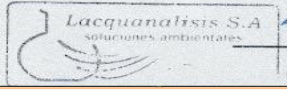
**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	687	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	435,04	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	748	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

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

**Tercera muestra cruda**

**INFORME DE RESULTADOS**

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:	032423245	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0987468484	LACQUA   1   8 -   2   2   4   0
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 49	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------


TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Filtrada 3  
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
FECHA DE ANALISIS: Desde el 16 al 25 de enero de 2018  
FECHA EMISION DE INFORME: 25 de enero de 2018

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	630	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	408,79	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	705	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

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

**Tercera muestra filtrada**

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo
TELEFONO:	032423245
CELULAR:	0987468484
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   8 - 2   2   4   5

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	48	TEM. AMBIENTE(°C):	21
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Cruda 4  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 17 al 26 de enero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 26 de enero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	719	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	462,79	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	609	PRO TEC 027 / HACH 8025	---

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 José Tapia  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

### Cuarta muestra cruda

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo
TELEFONO:	032423245
CELULAR:	0987468484
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   8 - 2   2   4   6

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	48	TEM. AMBIENTE(°C):	21
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Filtrada 4  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 17 al 26 de enero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 26 de enero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	476	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	225,04	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	415	PRO TEC 027 / HACH 8025	---

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 José Tapia  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

### Cuarta muestra filtrada

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo
TELEFONO:	032423245
CELULAR:	0987468484
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   8 - 2   2   4   9

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	49	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Cruda 5  
**RESPONSABLE MUESTREO:** Cliente **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 18 de enero de 2018  
**TIPO DE TOMA DE MUESTRA:** Puntual  
**FECHA DE ANALISIS:** Desde el 18 al 29 de enero de 2018  
**FECHA EMISION DE INFORME:** 29 de enero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

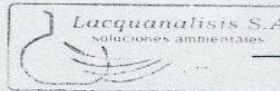
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	233	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	154,13	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	403	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

\* 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

### Quinta muestra cruda

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz
DIRECCION:	Av. EL Rey y Cariguairazo
TELEFONO:	032423245
CELULAR:	0987468484
e - mail:	D15.00tatianaquisperoche@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   8 - 2   2   5   0

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	49	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Filtrada 5  
**RESPONSABLE MUESTREO:** Cliente **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 18 de enero de 2018  
**TIPO DE TOMA DE MUESTRA:** Puntual  
**FECHA DE ANALISIS:** Desde el 18 al 29 de enero de 2018  
**FECHA EMISION DE INFORME:** 29 de enero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	141	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	97,43	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	172	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

\* 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

### Quinta muestra filtrada

## INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz
DIRECCIÓN:	Av. El Rey y Cariguairazo
TELÉFONO:	032423245
CELULAR:	0987468484
e - mail:	D15_00tatianaquisperoch@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   8   2   2   5   4

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	49	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Cruda 6  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente FECHA TOMA DE MUESTRA: 23 de enero de 2018  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 23 de enero al 02 de febrero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 02 de febrero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	990	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	500,95	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	2035	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Andrés Manzano  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

## Sexta muestra cruda

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Sr. Sebastián Ortiz
DIRECCIÓN:	Av. El Rey y Cariguairazo
TELÉFONO:	032423245
CELULAR:	0987468484
e - mail:	D15_00tatianaquisperoch@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   8   2   2   5   4

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	49	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans "Multiprocesos" - Muestra Filtrada 6  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente FECHA TOMA DE MUESTRA: 23 de enero de 2018  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 23 de enero al 02 de febrero de 2018  
 FECHA EMISION DE INFORME: 02 de febrero de 2018

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DQO	mg/L	636	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/L	379,45	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
Color**	Pt-Co	1665	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Andrés Manzano  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

## Sexta muestra filtrada