



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICÁ**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO INGENIERO CIVIL

**TEMA:**

---

ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA  
TINTURADORA DE JEANS “DAYANTEX”, UBICADA EN EL CANTÓN  
PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

---

**AUTOR:** Pérez Freire Verónica Lizbeth

**TUTOR:** Ing. Mg. Geovanny Aníbal Paredes Cabezas

**AMBATO – ECUADOR**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Mg. Geovanny Aníbal Paredes Cabezas certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental **“ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA TINTURADORA DE JEANS “DAYANTEX”, UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** realizado por Pérez Freire Verónica Lizbeth, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, en la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Ambato, Marzo del 2018

---

**Ing. Mg. Geovanny Aníbal Paredes Cabezas**

TUTOR

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Pérez Freire Verónica Lizbeth, con CI. 180463638-7, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, en la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido y criterios expresados en el trabajo experimental: **“ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA TINTURADORA DE JEANS “DAYANTEX”, UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, son de mi completa autoría, a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, Marzo del 2018

---

Pérez Freire Verónica Lizbeth

**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

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

Ambato, Marzo del 2018

## **AUTOR**

Pérez Freire Verónica Lizbeth

CI: 180463638-7

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“ANÁLISIS DE LA CAMA DE TURBA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA TINTURADORA DE JEANS “DAYANTEX”, UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, de Pérez Freire Verónica Lizbeth Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, en la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

---

PhD. Diana Coello

DOCENTE CALIFICADOR

---

Ing. Mg. Fabián Morales

DOCENTE CALIFICADOR

## DEDICATORIA

“El mejor guerrero no es el que triunfa siempre sino el que vuelve sin miedo a la batalla”

*Dolores Ibárruri*

*Quiero dedicar este trabajo a Dios quien ha guiado mi camino dándome las fuerzas necesarias para aceptar, afrontar y pasar los obstáculos que se presenten en el transcurso de la vida además me ha puesto angelitos en mi camino quienes han sido alegría en mi corazón como lo es mi esposo Santy y mi familia.*

*A mí amorcito Santy quien ha estado en los momentos de angustia e incertidumbre dándome apoyo incondicional, llenando mis días de felicidad y amor.*

*A mi papito Luis Pérez por sus enseñanzas, sus gratos recuerdos gravados en mi corazón, porque sé que desde el cielo me cuida.*

*A mi mamita Fanny Freire quien es el pilar fundamental de mi familia al brindarnos su amor y cuidado.*

*A mis ñañitas Paty, Yolita y Melita quienes han sido mis amigas incondicionales y mi apoyo para cumplir mis metas.*

*A mis Cuñados Alex y Fredy quienes han sido como unos hermanos para mí.*

*A mis sobrinos Mateito, Mariita, Sebitas y Matias por el cariño que me brindan y las ocurrencias, travesuras que realizan son la alegría de la familia.*

*A mis amigos, docentes que me han acompañado en esta etapa de mi vida brindándome sus conocimientos y valores.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mi tutor, Ing. Mg. Geovanny Aníbal Paredes Cabezas, por su paciencia y guía en el presente proyecto, por su disponibilidad de tiempo y amable atención*

*Mis sinceros agradecimientos a Dios y toda mi hermosa familia por todo el apoyo brindado para alcanzar un peldaño más en mi vida al brindarme consuelo y apoyo incondicional que he sentido siempre, a mis padres por enseñarme a ser feliz, a mi esposo por compartir cada momento y a mis hermanas y cunados por sus palabras acertadas para alentarme.*

*Agradezco a un amigo, Ing. Segundo Espín, por la guía, los consejos y el apoyo brindado durante esta época estudiantil de mi vida.*

*A los integrantes que conforman la Facultad de Ingeniería Civil y por ser como un hogar, llenando mi corazón de buenos recuerdos y a sus docentes por los conocimientos compartidos un Dios le pague.*

.

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

## A. PAGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO .....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XIII
EXECUTIVE SUMMARY.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN: .....	2
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES: .....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	4
CAPÍTULO II .....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1 AGUA RESIDUAL.....	5
2.1.1. AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIAS DE LAVADO DE JEANS:.....	7
2.1.2. TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL: .....	8
2.1.3. FILTRACIÓN:.....	9
2.1.4. ADSORCIÓN: .....	10
2.1.5. MATERIAL FILTRANTE: .....	11
2.2 HIPÓTESIS .....	12
2.2.1. HIPÓTESIS NULA .....	12
2.2.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA .....	13
2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....	13
2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	13
2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....	13



CAPÍTULO III .....	14
METODOLOGÍA .....	14
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	14
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	14
3.3 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	16
3.4 ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA EN ESTUDIO .....	16
3.5 CÁLCULO DE CAUDALES .....	18
3.6 DISEÑO DEL FILTRO .....	23
3.7 ESTRUCTURA DEL FILTRO.....	25
3.8 RESUMEN CONSTRUCTIVO DEL FILTRO:.....	26
3.9 EXPERIMENTO DE FILTRACIÓN.....	27
CAPÍTULO IV .....	28
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	28
4.1 CAUDAL DE LA INDUSTRIA.....	28
4.2 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS .....	28
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	36
CAPÍTULO V .....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
5.1. CONCLUSIONES .....	37
5.2. RECOMENDACIONES .....	37
1. BIBLIOGRAFÍA:.....	38
2.- ANEXOS .....	41
2.1.- FOTOGRAFÍAS EN LA INVESTIGACIÓN REALIZADA DEL FILTRO DE TURBA .....	41

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1.-</b> Fotografía del agua residual de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX.....	7
<b>Figura 2</b> Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales [21] .....	8
<b>Figura 3</b> Diferentes mecanismos que pueden realizar transporte de partículas [25]......	10
<b>Figura 4</b> Proceso de Adsorción [27]......	11
<b>Figura 5</b> Actividades que se realiza en la industria DAYANTEX.....	17
<b>Figura 6</b> Medidas del medio filtrante .....	25
<b>Figura 7</b> Esquema del Filtro con Turba.....	26
<b>Figura 8.</b> Comportamiento de las concentraciones de DQO durante el tiempo de uso de la Turba como material filtrante. ....	30
<b>Figura 9</b> Línea de tendencia de en función de concentraciones crecientes en el parámetro de DQO. ....	30
<b>Figura 10.</b> Eficiencias en la remoción de DQO por la turba para la filtración de aguas residuales de la industria DAYANTEX en función del tiempo de uso. ....	31
<b>Figura 11</b> Comportamiento de las concentraciones de DBO <sub>5</sub> durante el tiempo de uso de la Turba como material filtrante. ....	32
<b>Figura 12</b> Línea de tendencia de en función de concentraciones crecientes en el parámetro de DBO <sub>5</sub> . ....	32
<b>Figura 13</b> Eficiencias en la remoción de DQO <sub>5</sub> por la turba para la filtración de aguas residuales de la industria DAYANTEX en función del tiempo de uso. ....	33
<b>Figura 14</b> Comportamiento de las concentraciones de COLOR durante el tiempo de uso de la Turba como material filtrante. ....	34
<b>Figura 15</b> Resultados de las concentraciones de COLOR en relación de la Concentración Final – Concentración Inicial. ....	35
<b>Figura 16</b> Eficiencias en la remoción de COLOR por la turba para la filtración de aguas residuales de la industria DAYANTEX en función del tiempo de uso. ....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de las Aguas Residuales y Fuentes de origen [15].	6
<b>Tabla 2.</b> Características de las Turbas [29]	12
<b>Tabla 3.</b> Colores que se utiliza en la industria DAYANTEX.	18
<b>Tabla 4.</b> Tanques de almacenamiento del agua en la industria DAYANTEX	19
<b>Tabla 5.</b> Datos del borde libre durante dos semanas.	20
<b>Tabla 6.</b> Volumen que requiere la industria DAYANTEX.	20
<b>Tabla 7.</b> Caudal de entrada a la industria DAYANTEX.	21
<b>Tabla 8.</b> Volumen que sale de la industria DAYANTEX.	22
<b>Tabla 9.</b> Caudal de salida en la industria DAYANTEX.	23
<b>Tabla 10.</b> Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el pos tratamiento de efluentes de recolectores anaerobios [30]	24
<b>Tabla 11.</b> Límite máximo permisible de DQO y DBO <sub>5</sub> .	28
<b>Tabla 12</b> Resultados obtenidos en el parámetro de DQO	29
<b>Tabla 13</b> Resultados obtenidos en el parámetro de <b>DBO<sub>5</sub></b>	31
<b>Tabla 14</b> Resultados obtenidos en el parámetro de COLOR.	33

## TABLA DE ABREVIATURAS

<b>SST:</b>	Sólidos suspendidos Totales
<b>DQO:</b>	Demanda Química de Oxígeno
<b>DBO5:</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días
<b>VAR:</b>	Volumen de agua residual
$Q_{PI}$ :	Caudal que produce la industria
$T_A$ :	Tiempo de análisis
<b>Ms:</b>	muestra semanal
<b>Mm:</b>	muestra mensual
$q_{DAR}$ :	Muestra diaria del agua residual
<b>t:</b>	tiempo de análisis en una semana
<b>A:</b>	área del tanque
<b>b:</b>	base
<b>h:</b>	altura
<b>H:</b>	distancia del borde libre
<b>Hf:</b>	distancia del borde libre al final de la jornada
<b>Hi:</b>	distancia del borde libre al iniciar la jornada
<b>V:</b>	volumen
<b>J:</b>	pendiente
<b>TRH:</b>	tiempo de retención hidráulico
<b>FAFA:</b>	filtros anaerobios de flujo ascendente
$A_T$ :	Área Trapecio
$V_T$ :	Volumen trapecio
<b>Ci:</b>	El valor del agua residual sin filtrar.
<b>Cf:</b>	El valor del agua residual filtrada por turba

## RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación experimental se estudió el agua residual de la industria de lavado y tinturado DAYANTEX, ubicada en el barrio el Tambo del cantón Pelileo en la provincia de Tungurahua para reducir los parámetros de contaminación que presenta.

Basándose en una observación de campo durante dos semanas se determinó que el día viernes es de mayor producción en la industria DAYANTEX por lo que genera mayor contaminación en dicho día. Para el desarrollo del experimento se obtuvo un caudal de entrada de 6.6 lt/s y un caudal de salida de 5.6 lt/s que permite conocer la cantidad de agua residual que será vertida por la industria. Se calculó las dimensiones para el diseño de un filtro que contiene Turba como el medio filtrante. Se analizó parámetros físicos y químicos del agua residual, como la demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y color antes y después de pasar por filtro con la finalidad de evaluar la eficiencia de la turba en el tratamiento de las aguas residuales de la industria de lavado y tinturado de jeans con un tiempo de experimentación de 30 días.

Con la filtración por turba se determina una eficiencia de 21.2%, 21.19% y 47.43% para DQO, DBO<sub>5</sub> y color respectivamente, los valores más altos de eficiencia se obtuvieron a los 14 días de filtración disminuyendo alrededor del 50% en DQO y DBO<sub>5</sub>, y en color más del 55%. Por lo tanto se ha demostrado que la turba funciona como material filtrante ayudando a la remoción de la contaminación generada por la industria de lavado y tinturado de jeans.

## EXECUTIVE SUMMARY

**THEME:** *"Analysis of the peat bed as a filter in the treatment of industrial wastewater from the jeans dyeing machine" DAYANTEX ", located in Pelileo canton, Tungurahua province"*

**AUTHOR:** Pérez Freire Verónica Lizbeth

**TUTOR:** Ing. Mg. Geovanny Anibal Paredes Cabezas

The present experimental investigation was analyzed the residual water of the DAYANTEX washing and dyeing industry, located in the El Tambo neighborhood of Pelileo canton in Tungurahua province.

Based on a field observation during two weeks on the days of productivity, it was determined that Friday is the day of highest production in the DAYANTEX industry, since more pollution was generated on that day, and an inflow of 6.6 l / sec and an output flow rate of 5.6 lt / sec with these data, it was based on analyzes that were carried out on Fridays in which physical and chemical parameters were analyzed, such as chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD5) and color with the purpose of evaluating the efficiency of the peat in the treatment of wastewater from the washing and dyeing industry of jeans with an experimentation time of 30 days.

The filtration by peat in the residual water of the washing and dyeing industry of jeans in the realized studies is determined an efficiency of 21.2% in the removal of the parameter COD, for the decrease of biochemical demand of oxygen it has an efficiency of 21.19% and in the color with an efficiency of 47.43% during the 30 days of analysis arriving as conclusion that the peat at 14 days has better filtration with an efficiency of 48.73% in the removal of COD, in the decrease of the DBO5 is 48.79% and in the color parameter it has an efficiency of 55.47%.

Determining that the peat works as filtering material helping to remove the pollution generated by the industry of washing and dyeing jeans

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

El agua es un elemento vital que se contamina cada día sin darle un adecuado tratamiento, desde los años 70 se desarrolló métodos convencionales para la purificación del agua residual como la depuración biológica por fangos activos pero su desventaja es el costo de mantenimiento u operación y el consumo de energía [1]. Basándose en mecanismos existentes en la naturaleza como es el caso de los humedales artificiales, siendo un sistema biológico pasivo eficaz en grandes extensiones de terreno como en industrias de queserías, lácteos o en aguas ácidas de minas. Los humedales artificiales de flujo superficial vertical y horizontal ayudan a la disminución de DQO (Demanda Química de Oxígeno), fósforo, metales pesados, patógenos, y nitrógeno [1].

El Ecuador siendo un país en desarrollo, el control ambiental de aguas industriales es limitado dando énfasis a las industrias de lavado de jeans en el cantón Pelileo una de las alternativas ambientales amigable y accesible, puede ser el uso de coagulantes naturales o biocoagulantes extraído de la planta de guarango, donde tiene efectos como un coagulante químico contribuyendo al mejoramiento del agua contaminada, en 45.0 g/L de bioaguagulante el DQO mejora en un 52% y la turbidez en 24% [2], siendo un método de bajo costo e ambientalista aplicado en países donde las plantas de tratamiento tecnificadas aún no son construidas. La filtración lenta en arena [3] es uno de los tratamientos accesibles para el saneamiento del agua contaminada, cuya cualidad es purificar el agua mediante procesos físicos o procesos bioquímicos generando una capa biológica sobre la superficie del material reteniendo las partículas suspendidas y microorganismos patógenos; su operación, mantenimiento y costo es más accesible que los otros sistemas tradicionales. La Biofiltración es un sistema de depuración de aguas residuales usada para el tratamiento de gases y olores su principio básico es pasar los contaminantes del aire a líquidos por medio del material orgánico generando en su superficie microorganismos. Un biofiltro en

base a la cama de turba es una ciencia no convencional utilizada en países industrializados, en el caso del agua de granja de cerdos este método de filtración ayuda en la remoción de contaminante DQO en un 96%, en el agua con color de concentración inicial de 250 mg/L de antioxidante su eficiencia es de 99% la disminución del color y 90% DQO de esta manera se manifiesta el buen funcionamiento y eficiencia de esta técnica en la remoción del color [4].

El análisis de agua residual procedente del lavado de jeans mediante un biofiltro de columna vertical con materiales orgánicos como, viruta de madera, turba, arena de río, y piedra pómez; considerando que la turba es un material orgánico con un alto contenido de humedad teniendo excelentes características de absorción, los resultados generados indican su eficiencia de disminución del DBO<sub>5</sub> y DQO en un 75% siendo evidente la pérdida del color del agua contaminada del lavado de jeans [5].

## **1.2 JUSTIFICACIÓN:**

El agua es un recurso natural importante y escaso por lo tanto para que sea apto en sus diversas actividades, debe estar sin microorganismos patógenos o sustancias tóxicas. La población es abastecida por fuentes tales como: lluvia, superficial y subterráneas

Para un adecuado tratamiento de aguas residuales depende de las características del agua cruda para así conservar su calidad natural del agua [12] previniendo de esta manera el costo ecológico, social y económico. El agua tratada o depurada es cuando se le da procesos fisicoquímicos [13] para eliminar sustancias tóxicas o patógenos que puedan afectar a la salud del ser humano.

El tratamiento de aguas residuales es preponderante al nivel mundial ya que el agua forma parte del desarrollo de cualquier país, es el recurso natural plétórico de la madre tierra [6].

En Latino América se generan toneladas de residuos sólidos cada día, existiendo escasez de infraestructura para el saneamiento de dichas aguas por lo que es complicado pluralizar la situación en Latinoamérica ya que se debe considerar la variedad económica, social, ambiental [7]. La investigación de un adecuado tratamiento de aguas residuales



industriales es necesaria para así permitir la reutilización de dichas aguas. Estas Aguas habitualmente son tratadas por procesos biológicos, pero en el caso de aguas residuales industriales los procesos fisicoquímicos son una alternativa aceptable, seguro, y económico, de esta manera mejora la calidad del agua y por consiguiente la salud de los seres humanos [8].

En el Ecuador se ha observado una elevada contaminación en sus ríos, produciendo un impacto ambiental, problemas ecológicos afectando a la vegetación, fauna y a su población [9]. El desarrollo industrial en la provincia Tungurahua Cantón San Pedro de Pelileo, las fábricas de lavado de jeans su distribución de los desechos sólidos y químicos generados en el proceso de tinturado, lavado y terminado contribuyen en la contaminación del agua del sector [10]. Una de las posibles soluciones es tratar las aguas contaminadas con tecnologías pasivas ya que se requiere de poca inversión técnica, la biofiltración sobre materiales orgánicos permite tratar efluentes líquidos y gaseosos basándose en la capacidad de absorción de dichos materiales orgánicos [11].

Para el tratamiento de aguas residuales se propone la utilización de un filtro de cama de turba para reducir la contaminación generada por la industria de lavadora y tinturadora de jeans. Este es un sistema de tratamiento que nos impulsa a implementarlo en las diversas industrias causantes de la contaminación de este recurso natural ya que su costo es moderado y accesible promoviendo la reutilización de las aguas tratadas para ello es necesario analizar e experimentar si el filtro con el estrato de cama de turba tiene una óptima filtración.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVOS GENERALES:**

Analizar la cama de turba como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Industria de lavadora y tinturadora de jeans” DAYATEX”, ubicada en el cantón de Pelileo, provincia de Tungurahua.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la industria de la lavadora y tinturadora de jeans” DAYATEX”, ubicada en el cantón de Pelileo, provincia de Tungurahua.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la industria de la lavadora y tinturadora de jeans” DAYATEX”, ubicada en el cantón de Pelileo, provincia de Tungurahua
- Monitorear las características de biodegradabilidad DBO<sub>5</sub>, DQO y COLOR de las aguas residuales provenientes de la industria de la lavadora y tinturadora de jeans en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la cama de turba puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de la lavadora y tinturadora de jeans.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1 AGUA RESIDUAL

Es producida por las vertientes provenientes de procesos industriales y domésticos que son desechadas sin ningún tratamiento previo, estas impurezas se encuentran como materia en suspensión, solución y coloidal [14]. La materia en suspensión es separada procesos mecánicos inducidos por la gravedad en cuanto a la materia coloidal requiere procesos fisicoquímicos y la materia en solución se puede tratar en su propio estado molecular o utilizar procesos semejantes en la separación de los sólidos en suspensión.

#### CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES:

Las aguas residuales están compuestas por un 99.9% de agua y el resto está constituido de sólidos que son conformados por materia mineral generada por los subproductos de desechos durante de la vida cotidiana y también está constituida por materia orgánica proveniente de las actividades del ser humano como se indica en la tabla 1, en base a estos parámetros [15, 16] se puede saber la eficiencia de las plantas de tratamiento.

Los principales parámetros [15] para la evaluación de las aguas residuales son:

➤ *Sólidos suspendidos Totales SST:*

Son partículas orgánicas o inorgánicas, utilizando métodos como la sedimentación, filtración o centrifugación.

➤ *Demanda Química de Oxígeno (DQO):*

Es el oxígeno que requiere un proceso de oxidación química siendo un medio indirecto para determinar el porcentaje de materia orgánica en flujos contaminados.

➤ *Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5):*

Es la proporción de oxígeno necesario para la oxidación biológica de la materia orgánica fácilmente biodegradable en un periodo de cinco días a 20°C.

**Tabla 1.** Características de las Aguas Residuales y Fuentes de origen [15].

<p><b>CARACTERÍSTICAS</b></p> <p><b>FÍSICAS</b></p> <p>Sólidos</p> <p>Temperatura</p> <p>Color</p> <p>Olor</p>	<p>Suministro de agua, residuos industriales y domésticos</p> <p>Residuos Industriales y domésticos</p> <p>Residuos Industriales y domésticos</p> <p>Descomposición de residuos líquidos</p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS</b></p> <p><b>QUÍMICAS</b></p> <p><b>ORGÁNICOS</b></p> <p>Proteínas</p> <p>Carbohidratos</p> <p>Aceites y grasas</p> <p><i>Tensoactivos</i></p> <p>Fenoles</p> <p>Pesticidas</p> <p><b>INORGÁNICOS</b></p> <p>pH</p> <p>Cloruros</p> <p>Nitrógeno</p> <p>Fósforo</p> <p>Azufre</p> <p>Tóxicos</p> <p>Metales pesados</p> <p><b>GASES</b></p> <p>Oxígeno</p> <p>Hidrogeno sulfurado</p> <p>Metano</p>	<p>Residuos comerciales y domésticos</p> <p>Residuos comerciales y domésticos</p> <p>Residuos comerciales, industriales y domésticos</p> <p>Residuos comerciales y domésticos</p> <p>Residuos industriales</p> <p>Residuos agrícolas</p> <p>Residuos industriales</p> <p>Suministro de agua, residuos industriales e infiltraciones</p> <p>Residuos agrícolas y domésticos</p> <p>Residuos comerciales, industriales y domésticos</p> <p>Suministro de agua y residuos industriales</p> <p>Residuos industriales</p> <p>Residuos industriales</p> <p>Suministro de agua e infiltraciones</p> <p>Residuos domésticos</p> <p>Residuos domésticos</p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS</b></p> <p><b>BIOLÓGICAS</b></p> <p>Virus</p> <p>Bacterias</p> <p>Protozoarios</p> <p>Nematodos</p>	<p>Residuos domésticos</p> <p>Residuos domésticos</p> <p>Residuos domésticos</p> <p>Residuos domésticos</p>

### **2.1.1. AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIAS DE LAVADO DE JEANS:**

Las industrias de textiles o lavadoras de jeans [17, 18] presentan un impacto ambiental debido a los diferentes procesos que se realizan, produciendo grandes cantidades de aguas residuales como se indica en la figura 1, generando efluentes con fenoles, sulfuros, cromo y colorantes.



**Figura 1.-** Fotografía del agua residual de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX

El color es un contaminante difícil de degradar [19] siendo un indicativo de la edad de las aguas residuales, cuando estas son frescas es de color grisáceo se convierte en negro mediante los compuestos orgánicos del agua [16]. El color aparente en las aguas negras es ocasionado por los sólidos suspendidos entretanto el color verdadero se da por las sustancias disueltas que se encuentren en el agua contaminada.

## 2.1.2. TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL:

El tratamiento de aguas residuales se enfoca en disminuir los contaminantes que afectan al recurso natural y a los seres vivos [20] desarrollándose previo a su descarga en ríos, lagos o mares como se indica en la figura 2, estos métodos es una combinación de procesos físicos, químicos, y biológicos que se clasifican en:

- Pretratamiento
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario

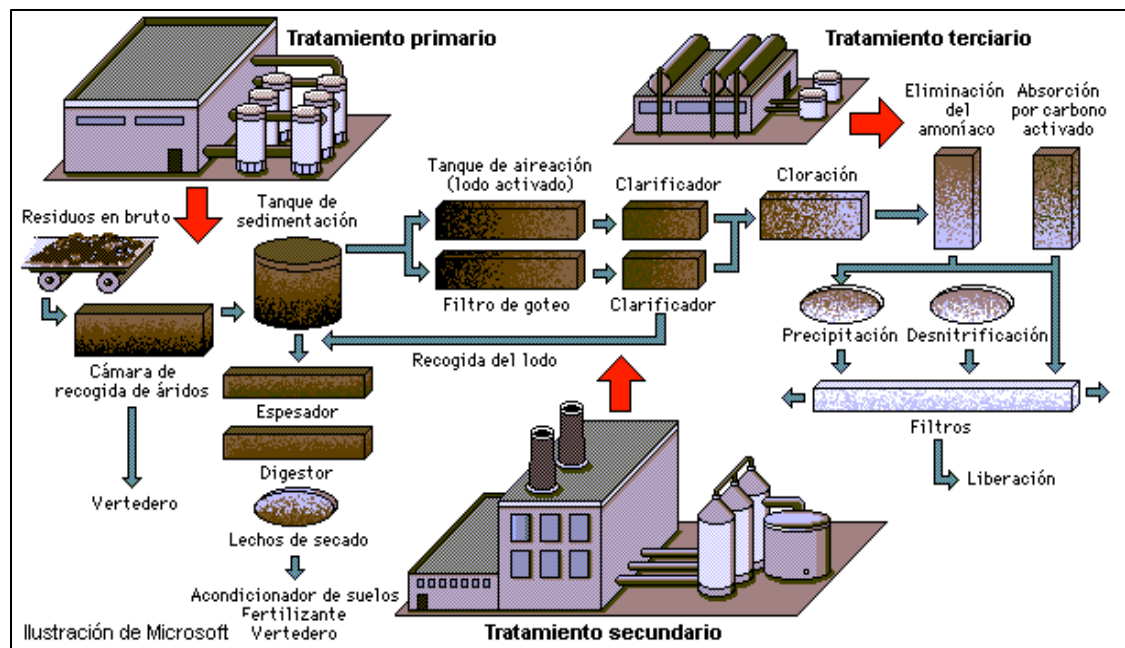


Figura 2 Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales [21].

### ➤ *Pretratamiento:*

El pretratamiento de aguas residuales son conducidas por la red de alcantarillado hasta la estación de depuración [22] cuyo objetivo consiste en la separación de sólidos gruesos que podrían ocasionar taponamientos [20].

➤ *Tratamiento Primario:*

En esta etapa del tratamiento su finalidad es reducir las partículas en suspensión que no hayan sido suspendidas en el pretratamiento de aguas residuales [20].

➤ *Tratamiento Secundario:*

En el tratamiento secundario o biológico se aplica microorganismos como bacterias y protozoos que disminuyen la materia orgánica disuelta. Los factores importantes para el buen funcionamiento de este método es el oxígeno y la superficie de contacto entre el agua residual con los microorganismos [22].

➤ *Tratamiento Terciario:*

En este proceso es más riguroso y avanzado debido a la utilización de compuestos químicos para su depuración obteniendo vertientes con mejor calidad [23].

### **2.1.3. FILTRACIÓN:**

Es un método convencional cuya función [24] es remover las sustancias orgánicas, virus, color y la turbiedad, siendo el resultado de dos mecanismos distintos pero complementarios como se indica en la figura 3 su adherencia y transporte de partículas suspendidas y coloidales.

Los mecanismos [25] que pueden realizar el transporte de las partículas son:

➤ *Cernido:*

Actúa en las capas superficiales del lecho siendo evidente cuando el tamaño de las partículas es más grande que el poro del lecho filtrante podría quedarse atascada en los intersticios.

➤ *Sedimentación:*

Se produce solo en materiales suspendidos grandes y densos, con carga hidráulica baja y una buena velocidad de sedimentación.

➤ *Intercepción:*

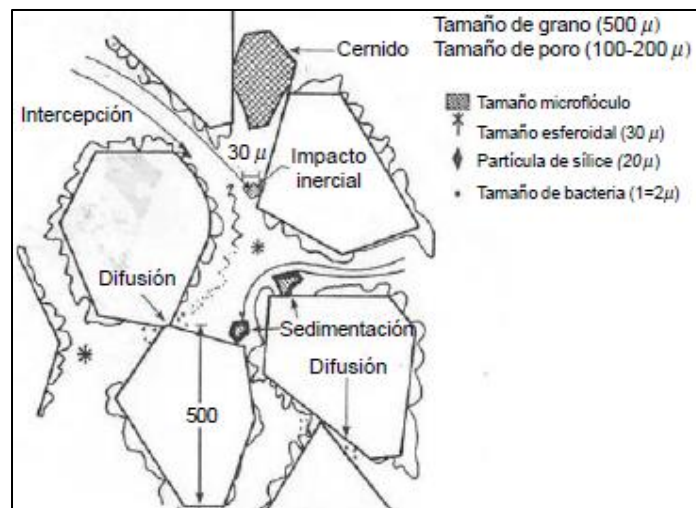
Las partículas mediante el escurrimiento laminar se trasladan a lo largo de las líneas de corriente.

➤ *Difusión:*

En un buen funcionamiento del filtro se debe a la difusión con una temperatura proporcionada y un diámetro recíproco de la partícula.

➤ *Impacto inercial:*

En el escurrimiento las partículas suspendidas con un movimiento eficiente para su trayectoria colisionan con los granos.



**Figura 3** Diferentes mecanismos que pueden realizar transporte de partículas [25].

#### 2.1.4. ADSORCIÓN:

Es la presencia de moléculas agrupadas en la superficie del sólido o líquido como se observa en la figura 4 [26], dichas sustancias son depositadas en la interface denominada como adsorbato y las sustancias que se encuentran en la superficie son adsorbentes.

Características principales [27] de la adsorción:

- Depende de la naturaleza o de un tratamiento previo que se le ha aplicado en la superficie del adsorbente.
- La velocidad de la adsorción se incrementa en función de la temperatura y decrece cuando aumenta la cantidad absorbida.



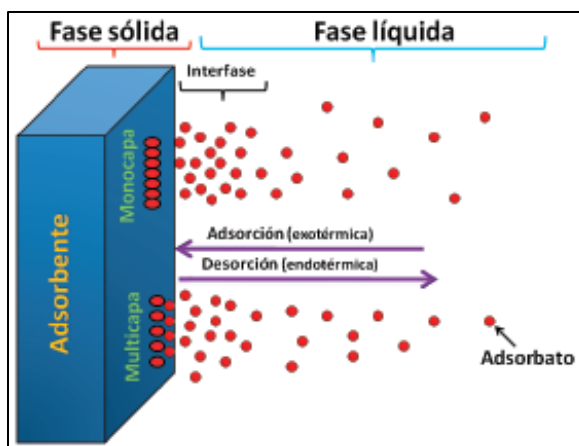


Figura 4 Proceso de Adsorción [27].

La adsorción[27] se clasifica en:

➤ Adsorción Física:

Se desarrolla en las moléculas adsorbidas que no se encuentran en un lugar específico de la superficie se pueden trasladar libremente en la interface.

➤ Adsorción Química:

Son las moléculas que se encuentran en la interfaz (adsorbato) generando enlaces fuertes en los centros activos del adsorbente.

### 2.1.5. MATERIAL FILTRANTE:

Los materiales orgánicos son trascendentales para el proceso de biofiltración ya que son capaces de reaccionar como resinas naturales[11], fundamentándose en la capacidad de adsorción o absorción ayudando a la disminución de los contaminantes retenidos en los diferentes procesos industriales. La Turba es un material biológico [28] sólido de color pardo oscuro, con alto porcentaje de carbono por medio de la descomposición enzimática se puede observar una masa esponjosa y ligera donde aún están los componentes vegetales cuyas características físicas o químicas varían según su origen.

Las turbas [29] se clasifican en:

➤ *Turba negra:*

Su utilización es poco usual ya que sus propiedades físicas y químicas no son muy adecuadas para los cultivos debido a un alto contenido de sales solubles.

➤ *Turba rubia:*

También conocido como turba de sphagnum tienen un menor contenido de materia orgánica con buena retención de agua y excelente inercia térmica.

Las propiedades de la turba varían según la composición de sus vegetales y el grado de descomposición en la tabla 2 se especifica algunas características:

**Tabla 2.** Características de las Turbas [29]

PARÁMETRO (Unidad de medida)	TURBA RUBIA	TURBA NEGRA
Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	0.076	0.296
Densidad real (gr/cm <sup>3</sup> )	1.350	1.830
Espacio poroso total (volumen%)	94.3	84.00
Capacidad de agua(gr. Agua/100 gr.M.S)	1,049.00	286.70
Material solido (volumen en %)	5.7	16
Aire (volumen en %)	29.00	7.60
Agua fácilmente asimilable (volumen en %)	33.50	24.00
Agua de reserva (volumen en %)	6.50	4.70
Agua difícilmente asimilable (volumen en %)	25.30	47.70

## 2.2 HIPÓTESIS

### 2.2.1. HIPÓTESIS NULA

El empleo de turba como material filtrante ayudará a la reducción de contaminantes presentes en aguas residuales de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX

### **2.2.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

El empleo de turba como material filtrante en el tratamiento de aguas residuales de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX reducirá la concentración de contaminación del efluente.

## **2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

El agua residual de industrias de lavado y tinturado de jeans.

### **2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

La eficiencia de la turba en la disminución de contaminación aguas residuales producidas de industrias de lavado y tinturado de jeans.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### *Investigación Exploratoria:*

Se realiza esta investigación para analizar la turba como material filtrante, que es un elemento natural poco investigado en la actualidad, este estudio ayudará a la implementación de un adecuado tratamiento en las aguas residuales industriales determinando su eficiencia en la filtración.

##### *Investigación Descriptiva:*

Nos ayudará a identificar los parámetros requeridos en la elaboración del filtro con material filtrante de turba y su efecto en la purificación de aguas residuales generadas por la industria de lavado de jeans.

##### *Investigación de Laboratorio:*

En la evaluación del grado de reducción de la contaminación del agua residual industrial de las fábricas de lavado de jeans se requiere materiales y equipos de laboratorio que nos ayudaran a determinar el valor de DBO<sub>5</sub>, DQO y Color presentes en el agua residual de la industria de lavado de jeans y evaluar su comportamiento en el tiempo estimado ayudándonos a identificar el nivel de filtración de la turba como material filtrante.

#### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El proyecto se basa en el análisis de la turba como material filtrante de agua residual proveniente de la industria de lavado – tinturado de jeans DAYANTEX, en los días de producción como lo es el martes, miércoles, jueves, viernes durante un tiempo de investigación de 1 mes (30 días) pero la industria trabaja en la producción 16 días al mes ya que los otros días son de oficina y limpieza, siendo el caudal que genera la industria con respecto al tiempo de análisis la población de estudio.

$$VAR = \frac{Q_{PI}}{T_A}$$

Donde:

**VAR:** Volumen de agua residual

**Q<sub>PI</sub>:** Caudal que produce la industria

**T<sub>A</sub>:** Tiempo de análisis

$$VAR = \frac{202.1 \frac{m^3}{día} \times 16 \text{ día}}{1 \text{ mes}} = 3233.6 \frac{m^3}{\text{mes}}$$

**MUESTRA:**

Para el análisis de DBO5, DQO y Color la toma de muestras representativa de la población, es decir 55 galones diarios del agua residual de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX durante 4 días de producción en la semana.

$$M = \frac{q_{DAR}}{t}$$

Dónde:

**Ms:** muestra semanal

**Mm:** muestra mensual

**q<sub>DAR</sub>:** Muestra diaria del agua residual

**t:** tiempo de análisis en una semana

$$Ms = \frac{55 \frac{\text{gal}}{\text{día}} \times 4 \text{ días}}{1 \text{ semana}} = 220 \frac{\text{gal}}{\text{semana}}$$

$$Ms = 220 \frac{\text{gal}}{\text{semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}}$$

$$Ms = 880 \frac{\text{gal}}{\text{mes}} \times \frac{1 m^3}{264.17 \text{ gal}}$$

$$Ms = 3.33 \frac{m^3}{\text{mes}}$$

### **3.3 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En la obtención de información relevante de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX se realiza un recorrido por sus instalaciones mediante el cual nos permite conocer su distribución hidráulica, los diferentes procesos que realizan en la industria y el grado de contaminación que genera en la elaboración de su producto.

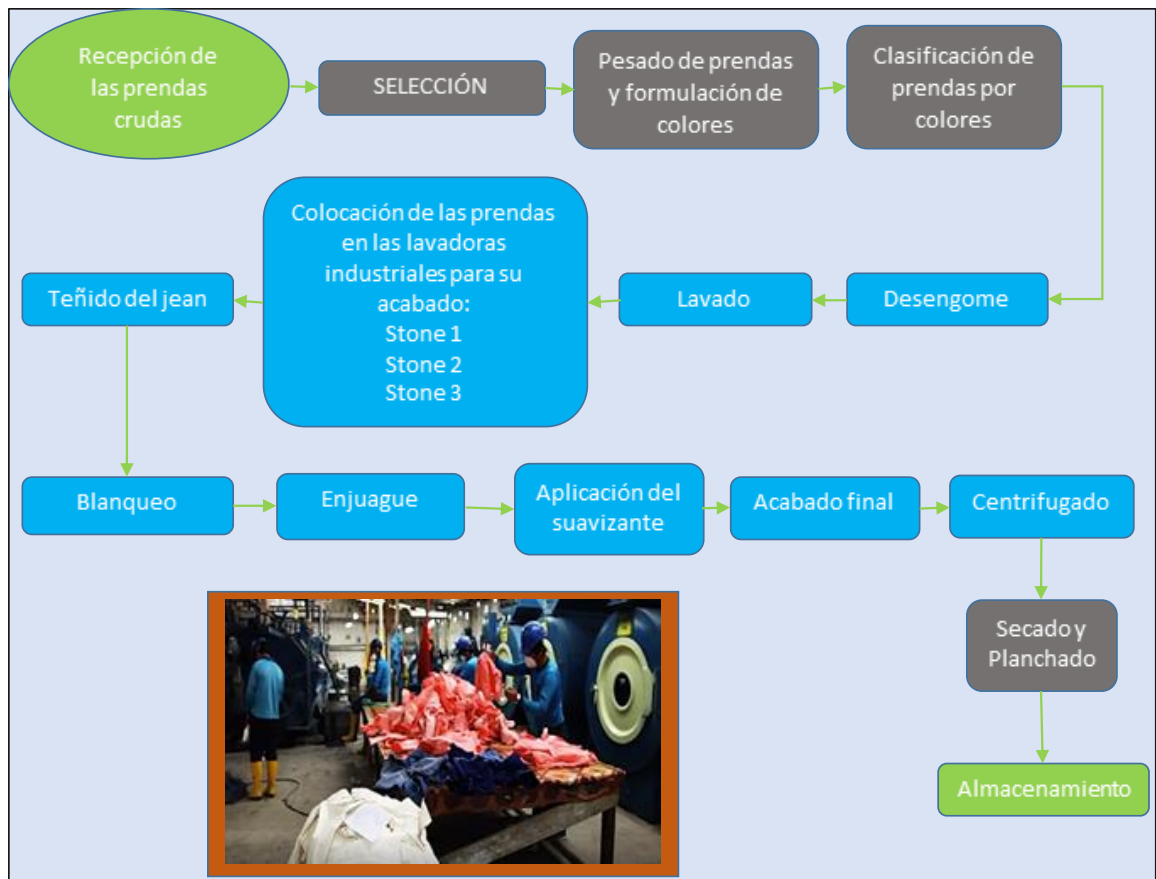
La medición del caudal de entrada a la industria se realiza en base al método borde libre, obteniendo lecturas del consumo de agua, posteriormente en la determinación del caudal de salida de la industria se aplica la fórmula de Manning tomando la distancia del tirante crítico esta investigación se realiza durante dos semanas.

Para el estudio del agua residual de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX se basa en una observación de campo y laboratorio, determinando los días de producción de la industria como son: martes, miércoles, jueves y viernes, en el análisis de DBO, DQO y Color se toma muestras de la concentración inicial y la concentración final en el día de mayor contaminación durante un mes. La recolección de las muestras se realiza bajo la norma INEN “Calidad del Agua –Muestreo - Manejo y Conservación de Muestras” [31], para conservar sus propiedades físico – químicas se debe previamente homogeneizar las botellas y llenarlas completamente sin dejar burbujas de aire ya que durante el transporte puede variar sus condiciones en el color, PH, dióxido de carbono, además se debe trasladar en un ambiente fresco y protegidos de la luz.

### **3.4 ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA EN ESTUDIO**

Se estudia la ubicación geográfica de la industria DAYANTEX la misma que se encuentra ubicada en la Sierra central del Ecuador, al Norte- Oeste de la provincia de Tungurahua en el cantón de Pelileo en el Km. 11 Barrio el Tambo Av. Confraternidad a 2662 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas al N 9852527.08 m - E 771616.15 m.

La investigación de campo realizada me ha permitido determinar que la industria DAYANTEX cuenta con un área de 2700m<sup>2</sup> de terreno y 1156 m<sup>2</sup> de construcción con un frente de 46.5m su infraestructura esta constituida por una oficina administrativa, cocina, comedor, bodegas, área del caldero, 3 tanques de reserva y la planta de producción cuenta con 6 máquinas con un peso de 50kg, 3 máquinas con un peso de 30kg, 2 máquinas con un peso de 15kg, 1 máquina de muestra y 1 maquina con un peso de 80kg.



**Figura 5** Actividades que se realiza en la industria DAYANTEX

Conociendo sus diferentes actividades en el servicio de lavado y tinturado de jeans indicadas en la figura 5, los químicos que se utiliza para los diferentes procesos es el peróxido, dispersante, metaclicato de sodio, catalasa o detergente que limpia los residuos de químicos. En el teñido se utiliza un igualante para que el colorante sea homogéneo, la sal fija el color se utiliza de 10 – 40 gr/lit el exceso de sal endurece las prendas, pero poca

sal le destiñe el color. En la tabla 3 se detalla los colores que se utiliza en la industria, en la determinación del porcentaje de color es en base al peso total de jeans que se van a lavar posteriormente determinando el peso de color necesario para incorporar en el lavado y tinturado de jeans.

**Tabla 3.** Colores que se utiliza en la industria DAYANTEX.

PARA UNA MUESTRA DE 30KL		
COLOR	Porcentaje de color (%)	Peso de color ( gr)
vino	4	1200
verde militar	3	900
rojo	4.5	1350
menta	0.3	90
mostaza	1	300
beige	0.04	12
abanó	0.4	120
guayaba	0.5	150
plomo	0.5	150
café	4	1200
rosado	1	300
violeta	1	300
azul	4	1200
amarillo	3	900
turquesa	4	1200
azul eléctrico	4	1200
ladrillo	2.5	750
quemado	1	300
fucsia	3	900
negro	7	2100

### 3.5 CÁLCULO DE CAUDALES

Es necesario conocer el caudal de entrada y salida de la industria para poder tener los valores necesarios para el diseño.

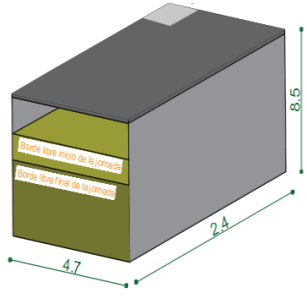
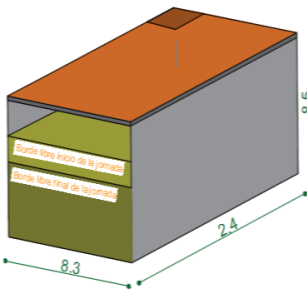
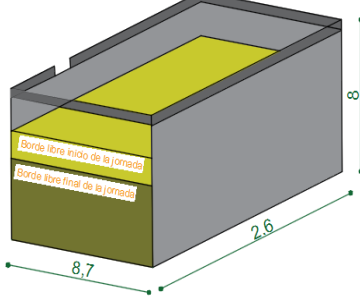
#### CAUDAL DE ENTRADA:

En la determinación del caudal de entrada se procede a toma la distancia entre el nivel de agua del reservorio con respecto a su borde libre, en el caso de la industria DAYANTEX cuenta con tres tanques de almacenamiento como se indica en la tabla 4, los datos se tomaran durante dos semanas en los días de producción antes y después de las diferentes



actividades realizadas en una jornada laboral de la industria DAYANTEX que es de 8h00 de la mañana hasta las 18h00 de la tarde.

**Tabla 4.** Tanques de almacenamiento del agua en la industria DAYANTEX

TANQUE RESERVORIO 1	TANQUE RESERVORIO 2	TANQUE RESERVORIO N 0 +00
<p>Este tanque de almacenamiento es subterráneo en la industria DAYANTEX es revestido de hormigón completamente su geometría es cuadrada con las siguientes diemnciones:</p>	<p>Este tanque esta ubicado dentro de la industria es revestido de hormigón y se encuentra tapado por una lata metálica que ayuda a proteger de los cambios de climaticos, en su geometría es cuadrada con las siguientes diemnciones:</p>	<p>Este tanque de almacenamiento esta ubicado en la parte posterior de la industria es revestido de hormigón y se encuentra expuesto a los diferentes cambios de clima ya que no cuenta con un tapa protectora dejandolo totalmente al interperie, en este tanque funciona tambien como piscicultura, en su geometría es cuadrada con las siguientes diemnciones:</p>
		

En la tabla 5 podemos ver los datos recopilados durante las dos semanas de estudio para poder determinar el consumo de agua en la industria.

Con las dimensiones adquiridas en campo de los tanques de almacenamiento es necesario calcular el área y el volumen de cada tanque en base al borde libre que ha consumido durante 10 horas en un día como se indica en la tabla 6, aplicando las siguientes formulas:

$$A = b \times h$$

$$H = H_f - H_i$$

$$V = A \times H$$

Donde:

**A:** área del tanque

**b:** base

**h:** altura

**H:** distancia del borde libre

**Hf:** distancia del borde libre al final de la jornada

**Hi:** distancia del borde libre al iniciar la jornada

**V:** volumen

**Tabla 5.** Datos del borde libre durante dos semanas.

FECHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	TANQUE DE RESERVA 1		TANQUE DE RESERVA 2		TANQUE RESERVORIO EN EL NIVEL N 0+00	
	Inicio de la Jornada(m) Hi	Final de la Jornada(m) Hf	Inicio de la Jornada(m) Hi	Final de la Jornada(m) Hf	Inicio de la Jornada(m) Hi	Final de la Jornada(m) Hf
7 -11- 2017	0.29	1.57	0.76	1.1	0.5	1.22
8 -11- 2017	0.19	1.71	0.72	1.26	0.46	1.26
9 -11- 2017	0	1.71	0.24	1.52	0.46	1.33
10 -11-2017	0	1.9	0.29	1.46	0.51	1.39
14 -11-2017	0.24	1.62	0.72	1.16	0.5	1.2
15 -11-2017	0.11	1.76	0.29	1.22	0.48	1.24
16 -11-2017	0	1.86	0.52	1.59	0.52	1.37
17-11- 2017	0.3	1.9	0.27	1.45	0.48	1.41

**Tabla 6.** Volumen que requiere la industria DAYANTEX.

TANQUE DE RESERVA N°1			TANQUE DE RESERVA N°2			TANQUE RESERVORIO EN EL NIVEL N 0+00		
BASE (m)	ALTURA (m)	PROFUNDIDAD (m)	BASE (m)	ALTURA (m)	PROFUNDIDAD (m)	BASE (m)	ALTURA (m)	PROFUNDIDAD (m)
4.7	8.5	2.4	8.3	8.5	2.4	8.7	16	2.6
ÁREA (m²)	H (m)	VOLUMEN m3	ÁREA (m²)	H (m)	VOLUMEN m3	ÁREA (m²)	H (m)	VOLUMEN m3
39.95	1.28	51.14	70.55	0.34	23.99	139.2	0.72	100.22
	1.52	60.72		0.54	38.1		0.8	111.36
	1.71	68.31		1.28	90.3		0.87	121.1

	1.9	75.91		1.17	82.54		0.88	122.5
	1.38	55.13		0.44	31.04		0.7	97.44
	1.65	65.92		0.93	65.61		0.76	105.79
	1.86	74.31		1.07	75.49		0.85	118.32
	1.6	63.92		1.18	83.25		0.93	129.46

En la tabla 6 y 7 estan los datos para determinar el caudal diario de entrada, sumando el volumen ocupado de los tres tanques durante las dos semanas de analisis.

**Tabla 7.** Caudal de entrada a la industria DAYANTEX.

DÍAS	m3/día	Litro/día	ltr/seg
<i>Martes</i>	179.48	179480	5.0
<i>Miércoles</i>	223.75	223750	6.2
<i>Jueves</i>	273.915	273915	7.6
<i>Viernes</i>	278.79	278790	7.7

El promedio del Caudal diario de entrada a la industria DAYANTEX en un día:

$$Q_{entra} = \frac{Q_{Martes} + Q_{miercoles} + Q_{jueves} + Q_{viernes}}{4}$$

$$Q_{entrada} = \frac{179.48 + 223.75 + 273.9 + 278.7}{4}$$

$$Q_{entrada} = 239 \text{ m}^3/\text{día} \approx 6.6 \text{ ltr/seg}$$

## CÁLCULO DEL CAUDAL DE SALIDA

En el cálculo del caudal de salida se realiza en base a la fórmula de manning tomando la distancia del tirante critico durante dos semanas en los días martes , miercoles, jueves y viernes ya que son los días de producción. El agua residual es transportada por una tubería de PVC con un diámetro nominal de 110 mm y un diámetro interno de 104.6 mm con una rugosidad de 0.01, para su pendiente tiene una distancia horizontal de 0.2 m y la distancia vertical de 5.5 m posteriormente es descargada al sistema de alcantarillado.

Cálculo de la pendiente (J):

$$J = \frac{d_{vertical}}{d_{horizontal}} \times 100$$

$$J = \frac{0.2 \text{ m}}{5.5 \text{ m}} \times 100 = 3.6\%$$

Cálculo del Ángulo ( $\theta$ ):

El tirante (h) del día martes 7-11-2017 es de 4cm

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{Di}\right)$$

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2 * 4 \text{ cm}}{10.46 \text{ cm}}\right) = 152.8^\circ$$

Calculo del caudal ( $Q_{Martes}$ ):

$$Q_{Martes} = \frac{Di^{8/3}}{7257.15 * n * (2 * \pi * \theta)^{2/3}} * (2 * \pi * \theta - 360^\circ * \text{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} * S^{1/2}$$

$$Q_{Martes} = \frac{0.1046^{8/3}}{7257.15 * 0.01 * (2 * \pi * 152.8)^{2/3}} * (2 * \pi * 152.8 - 360^\circ * \text{sen}152.8)^{\frac{5}{3}} * 0.036^{1/2}$$

$$Q_{Martes} = 161 \text{ m}^3/\text{día}$$

**Tabla 8.** Volumen que sale de la industria DAYANTEX.

FECHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	LECTURA TIRANTE H (CM)	ÁNGULO $\Theta$	CAUDAL (Q) M3/DÍA
7-11-2017	4	152.80	161
8-11-2017	4.2	157.28	176
9-11-2017	4.7	168.37	215
10-11-2017	5.1	177.15	248
14-11-2017	3.9	150.54	153
15-11-2017	4.3	159.51	184
16-11-2017	4.8	170.57	223
17-11-2017	5.2	179.34	257

En la tabla 8 se especifica las lecturas obtenidas en campo del tirante crítico, aplicando la fórmula de Manning se determina el caudal diario durante las dos semanas de análisis posteriormente se procede a promediar los valores del caudal de salida como se indica en la tabla 9, determinando que el día viernes es de mayor contaminación.

$$Q_{Martes} = Q_{semana\ 1} + Q_{semana\ 2}$$

$$Q_{Martes} = \frac{161 + 153}{2}$$

$$Q_{Martes} = 157 \frac{m^3}{día} \approx 4.4 \text{ lt/seg}$$

**Tabla 9.** Caudal de salida en la industria DAYANTEX.

CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE SALIDA		
DIAS	m3/día	ltr/seg
<i>Martes</i>	157.1	4.4
<i>Miércoles</i>	179.7	5.0
<i>Jueves</i>	219.3	6.1
<i>Viernes</i>	252.4	7.0

Caudal promedio de salida a la industria DAYANTEX en un día:

$$Q_{salida} = \frac{Q_{Martes} + Q_{miercoles} + Q_{jueves} + Q_{viernes}}{4}$$

$$Q_{salida} = \frac{157.1 + 179.1 + 219.3 + 252.4 + 202.1}{4}$$

$$Q_{salida} = 202.1 \text{ m}^3/\text{día} \approx 5.6 \text{ ltr/seg}$$

### 3.6 DISEÑO DEL FILTRO

Ya conociendo la industria su ubicación, infraestructura y caudales se procede a diseñar el filtro para lo cual el tiempo de retención hidráulica (TRH) recomendado por la norma TULSMA en el diseño del filtro en el caso de considerar los parámetros físicos y químicos del medio filtrante que es de 0.5 días - 12 horas y cuando el material se encuentra empacado es de 5.25 horas omitiendo las características del material, en base a la tabla N°8 se ha escogido un TRH = FAFA = 5 – 10 horas correspondiente a un gasto promedio. El volumen del medio filtrante se asume de 35 lt por facilidad constructiva

$$Q = \frac{35 \text{ lt}}{5.55 \text{ Horas}} = 6.3 \frac{\text{lt}}{\text{h}} = 0.105 \text{ lt/min}$$

**Tabla 10.** Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el pos tratamiento de efluentes de recolectores anaerobios [30]

PARÁMETRO DE DISEÑO	RANGO DE VALORES COMO UNA FUNCIÓN DEL GASTO		
	$Q$ promedio	$Q$ máximo diario	$Q$ máximo horario
<i>Medio de empaque</i>	Piedra	Piedra	Piedra
<i>Altura del medio filtrante (m)</i>	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0
Tiempo de resistencia hidráulica (horas)	<b>5 a 10</b>	<b>4 a 8</b>	<b>3 a 6</b>
<i>Carga hidráulica superficial (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d)</i>	6 a 10	8 a 12	10 a 15
<i>Carga orgánica volumétrica (kg BDO/m<sup>3</sup>d)</i>	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
<i>Carga orgánica en el medio filtrante (kg BDO/m<sup>3</sup>d)</i>	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

**Tiempo de retención hidráulico:**

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}}$$

$$TRH = 333.33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5.55 \text{ horas} = 0.23 \text{ días}$$

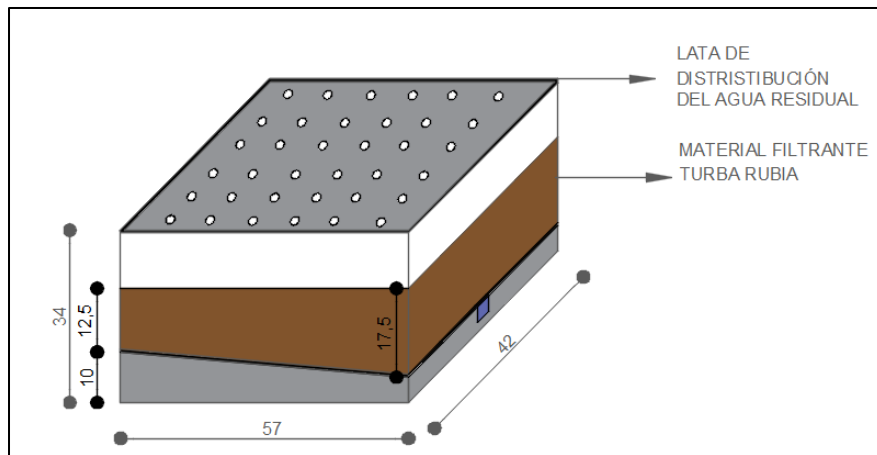
**VOLUMEN EN EL TANQUE DE ABASTECIMIENTO DEL AGUA RESIDUAL:**

Es dimensionado con un volumen de 40 galones para su funcionamiento al día se considera un factor de seguridad que el 1/3 del tanque este lleno con un volumen de 15 galones al día para que el filtro no deje de funcionar.

$$Q = 151.2 \frac{\text{lt}}{\text{dia}} = 40 \frac{\text{Gal}}{\text{dia}}$$

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

**DIMENSIÓN DEL MEDIO FILTRANTE:**



**Figura 6** Medidas del medio filtrante

$A_T$ : Área Trapecio

$V_T$ : Volumen trapecio

**Base:** 57 cm

**Lado menor:** 12,5cm

**Lado mayor:** 17,5 cm

$$A_T = 57 \times \frac{(12.5 + 17.5)}{2}$$

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

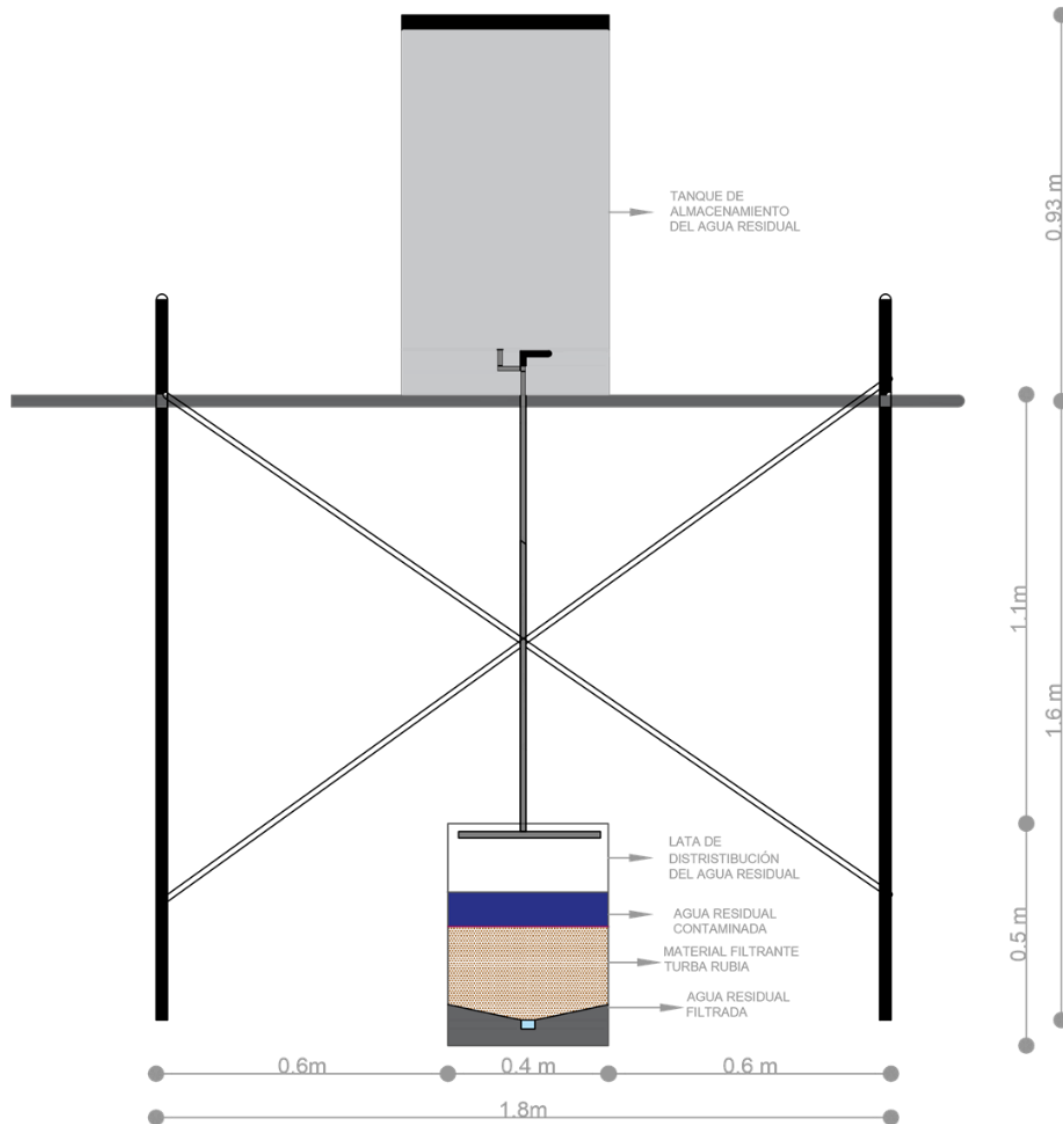
$$V_T = 855 \times 42 = 35910 \text{ cm}^3$$

$$V_T = 35.9 \text{ lt}$$

### 3.7 ESTRUCTURA DEL FILTRO

El filtro está compuesto por un tanque de plástico de 200 litros donde se almacena el agua residual siendo soportado por la estructura de un andamio con tabloncillos de eucalipto de base como se indica en la figura 7, las conexiones entre el tanque y la flauta de distribución por goteo se utilizó tubería de pvc de 1", una llave de paso, tuberías de unión y un codo de 90°, en la parte inferior se coloca un recipiente plástico de 40 x 50 cm en donde se colocan una lata metálica de distribución posee varios agujeros que permiten una mejor distribución del agua sobre el material filtrante (Turba rubia) posteriormente se coloca

una malla fina para la conservación del material de filtración y una lata metálica con un canal de conducción del agua filtrada por la turba.



**Figura 7** Esquema del Filtro con Turba

### 3.8 RESUMEN CONSTRUCTIVO DEL FILTRO:

1. Colocación de la arena como material de soporte en la base del recipiente de plástico.
2. Corte de la lata para que soporte el material de filtración (turba rubia).



3. Colocación de la malla fina para la retención del material de filtración en la lata de soporte.
4. Ubicación de la lata de soporte con la malla fina en el recipiente de plástico y sellar el borde con silicona industrial para evitar filtraciones hacia la base del recipiente.
5. Depositar el material filtrante ( turba rubia) sobre la lata de soporte.
6. Cortar y colocar la lata de distribución del agua residual de la industria de lavado y tinturado de jeans.
7. Realización de la salida del agua residual del tanque de almacenamiento y colocación de la tubería pvc y sus accesorios
8. En una tubería de pvc con una longitud de 36 cm se realiza agujeros para que funcione como una flauta de distribución por goteo.
9. Colocación de los tablonces sobre el andamio para posterior ubicar el tanque de almacenamiento del agua residual.

### **3.9 EXPERIMENTO DE FILTRACIÓN**

Al ya estar construido el filtro y ubicado en la industria DAYANTEX se pone en funcionamiento durante un mes, procediéndose a trabajar los días martes, miércoles, jueves y viernes en donde se incorpora 55 galones por día en el tanque de almacenamiento (TA), el proceso de experimentación tiene un caudal de 0.105 lt/min que se distribuye en la turba, de los cuales se recolectara una muestra de agua residual filtrada por turba y otra muestra de agua sin filtrar el día viernes de cada semana ya que se genera mayor contaminación llegando a determinar sus parámetros más importantes como son el DBO<sub>5</sub>, DQO y Color presentes en el agua residual de la industria, con los resultados obtenidos en cada análisis se puede determinar su eficiencia en base a gráficas en donde se realiza una comparación con lo permisible en la norma TULSMA.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 CAUDAL DE LA INDUSTRIA

El agua que se utiliza para los diferentes procesos del lavado y tinturado de jean en la industria DAYANTEX es proveniente del agua de riego conducida por canales revestidos de hormigón que se almacena en reservorios, por medio de bombas es distribuida en las diferentes actividades de la industria posteriormente se trasladada a una planta de tratamiento para ser deposita a las alcantarillas del sector de Pelileo.

Mediante a una investigación de campo se determino que el caudal promedio de entrada es de 6.6 ltr/seg para el desarrollo de los diferentes procesos de lavado - tinturado de jeans y el caudal promedio de salida es de 5.6 ltr/seg siendo evidente la disminucion de 1 lt/seg del caudal de entrada con respecto al de salida debido que se evapora en el proceso de centrifugado y planchado.

En la tabla 9 del caudal promedio de salida se establecio que los viernes de cada semana la industria DAYANTEX genera mayor can

#### 4.2 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

En la interpretacion se toma como referncia la norma TULSMA [32] que indica que el límite máximo permisible para color es de 15 Pt-Co basado en la escala de calidad de agua para consumo humano y para los parámetros de DBO<sub>5</sub> y DQO se indica en la tabla 11 considerando que el agua residual de la industria es conducida a la alcantarilla del sector.

**Tabla 11.** Límite máximo permisible de DQO y DBO<sub>5</sub>.

PARÁMETROS	EXPRESADO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO
<i>Demanda Química de Oxígeno</i>	DQO	mg/l	500
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno 5</i>	DBO <sub>5</sub>	mg/l	250

La eficiencia de la turba como material filtrante se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$Ef = \frac{Ci - Cf}{Ci} * 100$$

Donde:

*Ci*= El valor de concentración del agua residual.

*Cf*= El valor de la concentración del agua residual filtrada por turba.

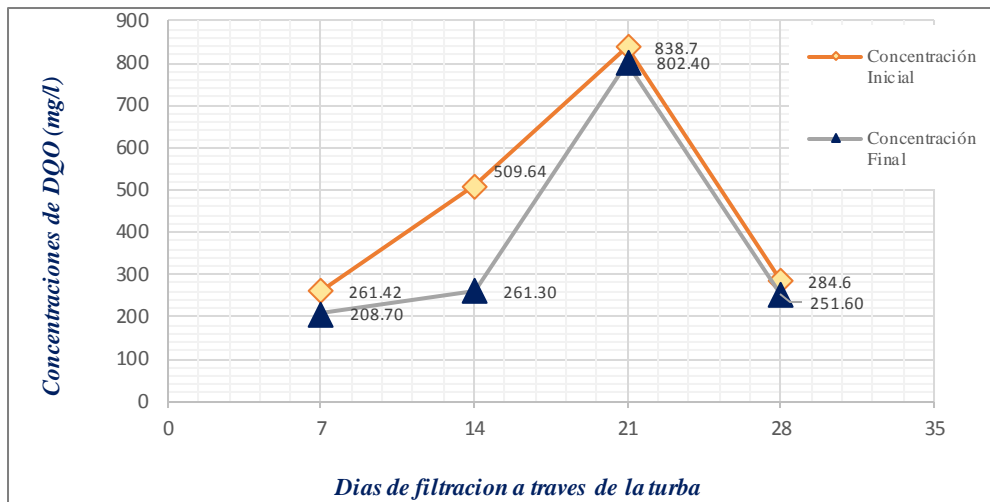
### ANÁLISIS DEL PARAMETRO DQO

Como se explica en el Capítulo 3 el análisis se realizó en 8 muestras de agua analizadas para conocer el comportamiento de la Turba como material filtrante en funcionamiento de 16 días, y así conocer su eficiencia. En la tabla 12 se muestran las concentraciones respectivas para proceder al análisis de datos mostrados en las figuras 8, 9 y 10.

**Tabla 12** Resultados obtenidos en el parámetro de DQO

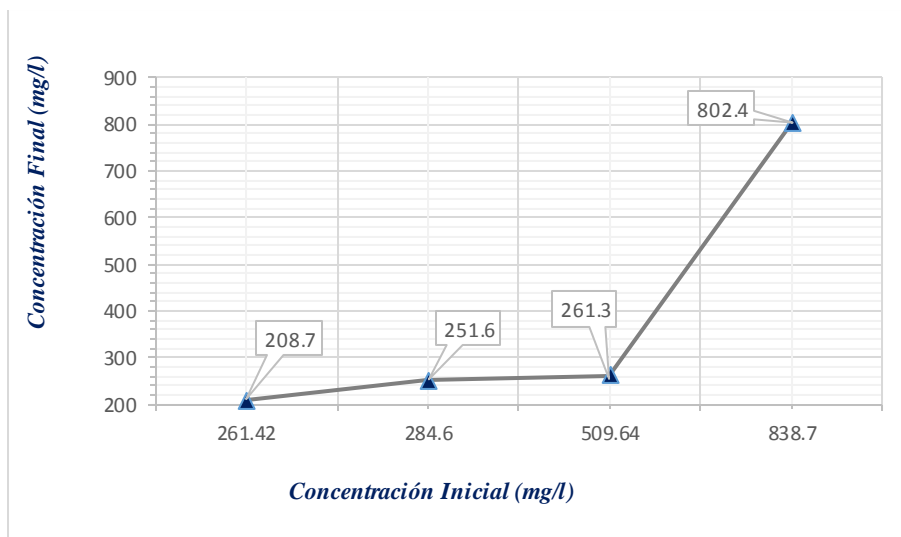
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)					
Fecha de medición	Días	Ci	Cf	Ci-Cf	Ef
		mg/l	mg/l	mg/l	%
08/12/2017	7	261.42	208.70	52.72	20.17
15/12/2017	14	509.64	261.3	248.34	48.73
22/12/2017	21	838.7	802.4	36.30	4.33
29/12/2017	28	284.6	251.6	33.00	11.60

Las Ci de DQO están bajo la norma en un 50% por lo cual se ve la necesidad de tratar las AR de la industria DAYANTEX, al usar la turba para la filtración de las misma se obtiene una reducción aceptable de las Ci llevando a mantenernos en un 75% bajo la norma. En la figura 8 podemos ver el comportamiento que tienen las C durante el tiempo de funcionamiento del filtro, mostrando así que, después de 21 días, la capacidad de filtración de la turba disminuye notablemente en relación a las concentraciones de los días anteriores donde presenta un comportamiento linear creciente, dando a notar que a los 14 días tiene una elevada reducción de 509 a 261 mg/l.

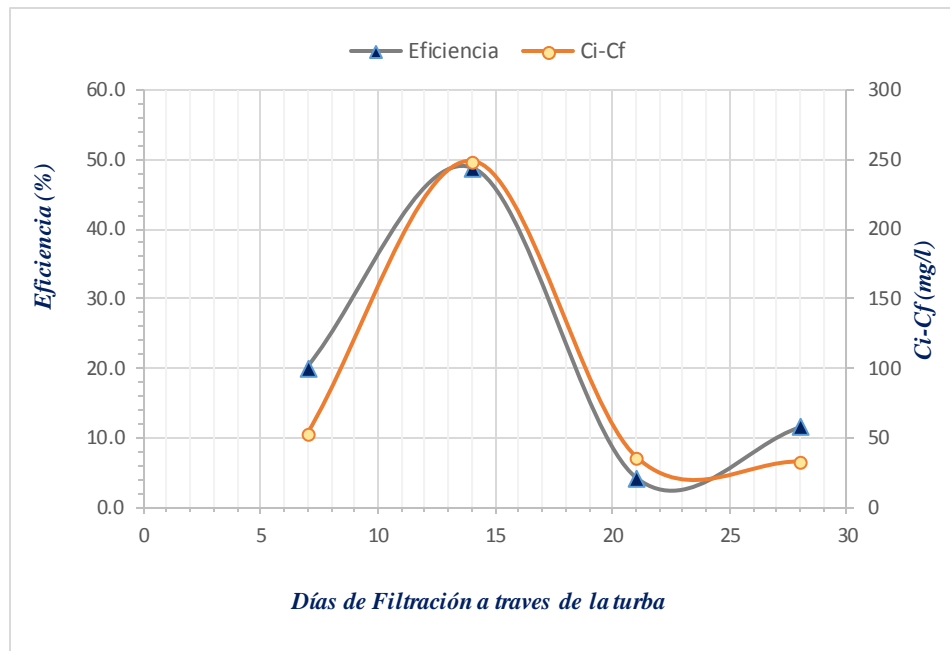


**Figura 8.** Comportamiento de las concentraciones de DQO durante el tiempo de uso de la Turba como material filtrante.

Se nota la independencia del funcionamiento de la turba en relación a la concentración inicial que tenga el AR de DAYANTEX ya que al aumentar la Ci de alrededor de 250 a 850 mg/l obtenemos Cf menores sin un patrón fijo de comportamiento (Figura 9). En la Figura 10 se muestra la eficiencia que tuvo la turba al tratar AR que varía desde 4 a 50%, dado que el porcentaje aumenta los primeros días de uso alcanzando un 48% para después ir disminuyendo en los días posteriores. La capacidad de la turba para la reducción del DQO es aceptable ya que reduce de 30 a 250 mg/l de las Ci, para mantener los valores dentro le límite permisible TULSMA en la mayoría de los días de tratamiento.



**Figura 9** Línea de tendencia de en función de concentraciones crecientes en el parámetro de DQO.



**Figura 10.** Eficiencias en la remoción de DQO por la turba para la filtración de aguas residuales de la industria DAYANTEX en función del tiempo de uso.

### ANÁLISIS EN LA DISMINUCIÓN DE DBO<sub>5</sub>:

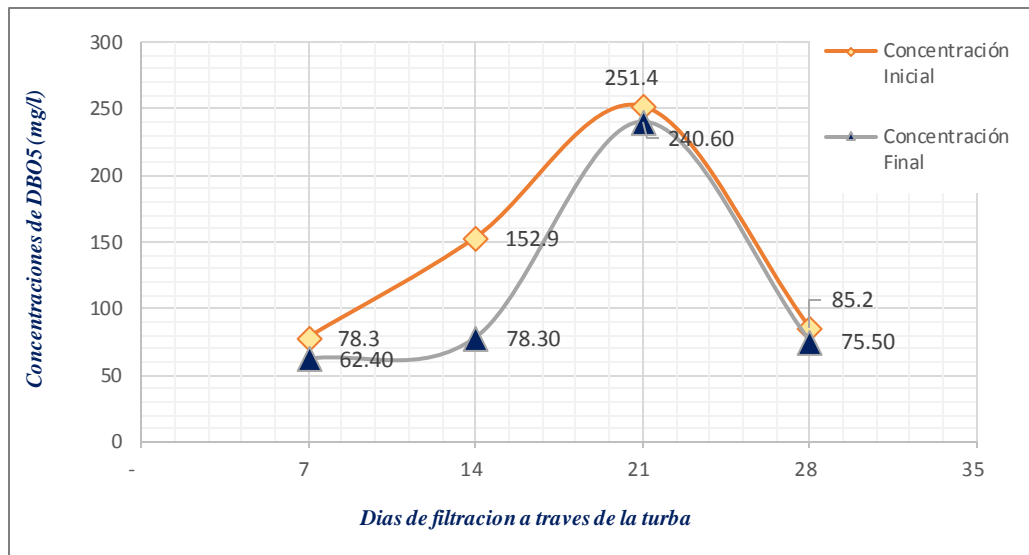
En la tabla 13 se indica las concentraciones obtenidas para el parámetro de DBO<sub>5</sub> para proceder a la interpretación de las figuras 11, 12 y 13 determinando la eficiencia de remoción de la turba en este parámetro.

**Tabla 13** Resultados obtenidos en el parámetro de **DBO<sub>5</sub>**

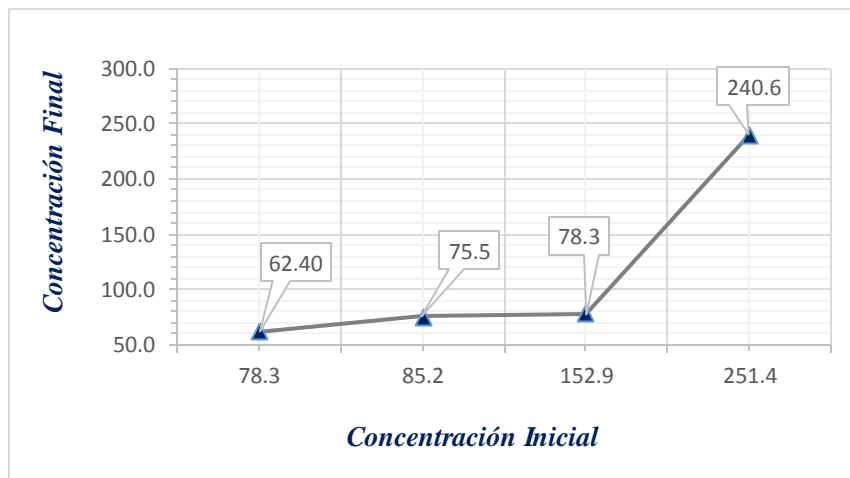
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO <sub>5</sub> )					
Fecha de medición	Día	Ci	Cf	Ci-Cf	Ef
		mg/l	mg/l	mg/l	%
08/12/2017	7	78.3	62.40	15.90	20.31
15/12/2017	14	152.9	78.3	74.60	48.79
22/12/2017	21	251.4	240.6	10.80	4.30
29/12/2017	28	85.2	75.5	9.70	11.38

Las Ci de DBO<sub>5</sub> se encuentran en un 75% dentro del límite permisible de la norma TULSMA, por lo cual se implementa un sistema de filtración obteniendo una remoción del 100% de las Ci ya que las Cf se encuentran dentro del límite permisible de la norma.

La figura 11 indica el comportamiento ascendente de las C durante el tiempo de funcionamiento del filtro, evidenciándose la capacidad de la turba como material filtrante, siendo notable la remoción del DBO<sub>5</sub> a los 14 días de funcionamiento con una Ci de 152.9 mg/l a una Cf de 78,3 mg/l.



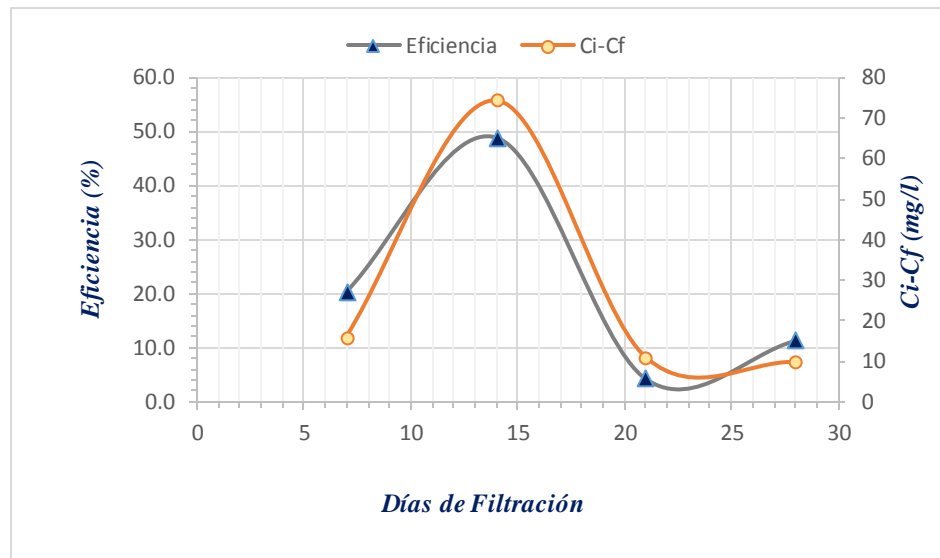
**Figura 11** Comportamiento de las concentraciones de DBO<sub>5</sub> durante el tiempo de uso de la Turba como material filtrante.



**Figura 12** Línea de tendencia de en función de concentraciones crecientes en el parámetro de DBO<sub>5</sub>.

En la figura 12 se aprecia la tendencia de depuración del AR por la turba como material filtrante, demostrando que la remoción del DBO<sub>5</sub> por la turba es independiente del Ci con

valores aproximados de 70 a 250 mg/l disminuyendo los Cf sin una secuencia específica de su comportamiento. La eficiencia de la turba varía desde 10 – 50% como se indica en la figura 13, logrando un 48% de reducción de DBO<sub>5</sub> a los 14 días de funcionamiento descendiendo en los próximos días, manifestándose una capacidad de reducción alrededor de 10 a 70 mg/l con respecto al Ci, encontrándose las Cf dentro del límite permisible TULSMA.



**Figura 13** Eficiencias en la remoción de DBO<sub>5</sub> por la turba para la filtración de aguas residuales de la industria DAYANTEX en función del tiempo de uso.

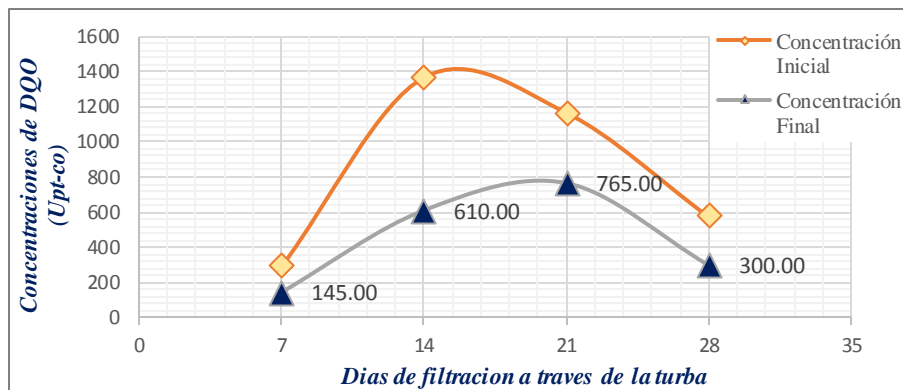
### ANÁLISIS EN LA DISMINUCIÓN DE COLOR:

. En la tabla 14 se muestran las Ci y las Cf para proceder al análisis de datos.

**Tabla 14** Resultados obtenidos en el parámetro de COLOR

COLOR					
Fecha de medición	Días	Ci	Cf	Ci-Cf	Ef
		Upt-co	Upt-co	Upt-co	%
08/12/2017	7	298	145.00	153	51.34
15/12/2017	14	1370	610	760	55.47
22/12/2017	21	1170	765	405	34.62
29/12/2017	28	580	300	280	48.28

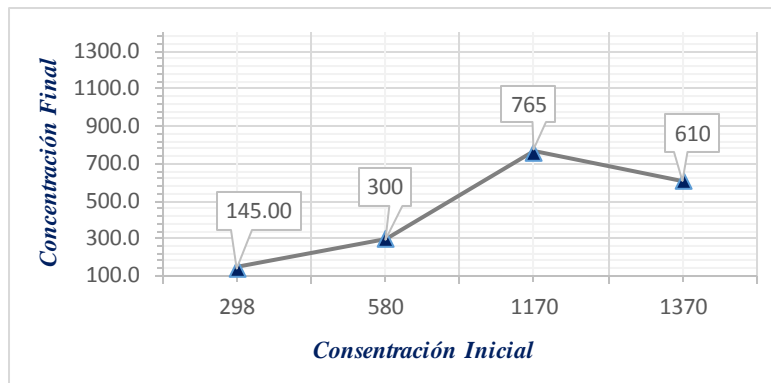
Las Ci de COLOR están sobre el límite máximo permitido la norma TULSMA (Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano) por lo cual se ve la necesidad de tratar la disminución de dicho parametro utilizando la turba como material filtrante obteniendo una reducción aceptable de las Ci. En la figura 14 podemos ver el comportamiento que tienen las C durante el tiempo de funcionamiento del filtro, mostrando así que la capacidad de filtración de la turba a los 14 días tiene una elevada reducción de 1370 a 610 Upt-co.



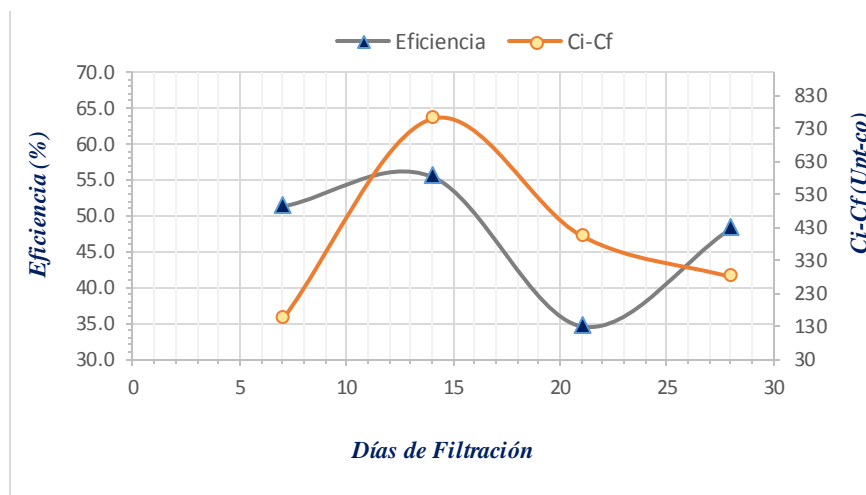
**Figura 14** Comportamiento de las concentraciones de COLOR durante el tiempo de uso de la Turba como material filtrante.

Se evidencia la dependencia del funcionamiento de la turba en relación a las Ci que tenga el AR de DAYANTEX en la figura 15 ya que al aumentar la Ci de alrededor de 200 a 1300 Upt-co obtenemos una disminución constante del 50% demostrando un patrón fijo. En la figura 16 se muestra la eficiencia que tuvo la turba en la disminución del color varía desde 30 a 55%, dado que el porcentaje aumenta en los 14 días de filtración alcanzando un 55% para después ir disminuyendo. La capacidad de la turba es aceptable ya que reduce de 150 a 700 Upt-co con respecto de las Ci pero no se encuentran dentro le límite permisible TULSMA en los días de tratamiento.





**Figura 15** Resultados de las concentraciones de COLOR en relación de la Concentración Final – Concentración Inicial.



**Figura 16** Eficiencias en la remoción de COLOR por la turba para la filtración de aguas residuales de la industria DAYANTEX en función del tiempo de uso.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

El estudio realizado en la turba como material filtrante de aguas residuales proveniente de la industria de lavado y tinturado DAYANTEX durante 30 días se demuestra que la turba es eficiente a los 14 primeros días en el parámetro de DQO con una eficiencia de 48.73%, en DBO<sub>5</sub> tiene una eficiencia de 48.79% ubicándose bajo el límite máximo permisible, en el parámetro del color tiene una eficiencia de 55.47% para una mejor eficiencia es recomendable incorporar un sistema de remoción del color para que se encuentre dentro del límite máximo permisible de agua para el consumo humano y de potabilización.

Al realizar el análisis de los datos obtenidos con el presente trabajo se observa que la turba puede ser utilizada como material filtrante en el tratamiento de efluentes contaminados generados por la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1.CONCLUSIONES**

- Se concluye que el 15% del caudal del entra se evapora en los diferentes procesos de lavado y tinturado de jeans, además se determinó que el día de mayor producción y contaminación es el viernes.
- La reducción del DQO y DBO<sub>5</sub> es independiente de la concentración inicial, mostrando la mayor eficiencia a los 14 días de funcionamiento del filtro alcanzando alrededor de un 50 % de eficiencia
- La turba como material filtrante ayuda en la remoción del color en un 50%, a pesar que las concentraciones finales se encuentran sobre el nivel máximo permisible de la norma TULSMA; además concordando que a los 14 días el filtro de turba tiene mejor adsorción.
- Se determinó que a los 14 días de filtración la turba tiene mayor capacidad de remoción en un 48.73% de DQO, en 48,79% DBO y el color de 55,47% por lo que la turba es un material filtrante y se lo puede utilizar como un pretratamiento del agua contaminada siendo accesible para las industrias de lavado y tinturado de jeans.

#### **5.2.RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que el filtro sea ubicado en una zona accesible, segura y junto a los tanques de almacenamiento del agua residual de la industria además se debe utilizar mascarilla y guantes ya que estas aguas tienen químicos tóxicos.
- Es recomendable para la recolección de las muestras que no sea en días de lluvia ya que el tanque de almacenamiento del agua residual se encuentra a la intemperie y al colocar esta agua en el filtro las características químicas y físicas no serían exactas.

## 1. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] A. Javier And M. Sanz, “Depuración De Aguas Residuales Con Humedales Artificiales : Ventajas De Los Sistemas Híbridos,” *Congr. Nac. Del Medio Ambient.*, Vol. Universida, P. 25, 2006.
- [2] A. Revelo, D. Proaño, And C. Banchón, “Biocoagulación De Aguas Residuales De Industria Textilera Mediante Extractos De *Caesalpinia Spinosa* ( Textile Wastewater Biocoagulation By *Caesalpinia Spinosa* Extracts ),” Pp. 1–12, 2015.
- [3] A. A. Ruiz, “La Biofiltración , Una Alternativa Para La Potabilización Del Agua.,” *Lasallista Investig.*, Vol. 1, No. 2, P. 6, 2004.
- [4] M. Antonio, G. Zúñiga, I. Mexicano, D. Tecnología, And A. Imta, “Para Diferentes Tipos De Agua Residual Industrial,” Vol. 52, No. 777, P. 8, 2003.
- [5] B. E. P. Fabián Rodrigo Morales Fiallos<sup>1</sup>, Wilson Santiago Medina Robalino<sup>2</sup> And Beltrán, “Biofiltración Sobre Cama De Turba, Para El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes Del Lavado De Jeans,” No. 10, Pp. 1–12, 2017.
- [6] A. Evaluación, D. E. L. A. Remoción, And D. E. L. A. Carga, “(Recibido Septiembre 2007, Aceptado Enero 2009),” Vol. 25, No. 3, Pp. 157–167, 2009.
- [7] K. Reynolds, “Tratamiento De Aguas Residuales En Latinoamérica Identificación Del Problema,” *La Llave*, P. 4, 2002.
- [8] B. A. Llano, J. F. Cardona, D. Ocampo, And L. A. Ríos, “Tratamiento Físicoquímico De Las Aguas Residuales Generadas En El Proceso De Beneficio De Arcillas Y Alternativas De Uso De Los Lodos Generados En El Proceso,” *Inf. Tecnol.*, Vol. 25, No. 3, Pp. 73–82, 2014.
- [9] R. C. Unemi, “Percepción De La Población Sobre Los Niveles De Contaminación Ambiental Del Río Milagro Y Grado De Conocimiento Preventivo Social Sobre El Efecto De Su Carga Contaminante Perception Of The Population About Levels Of Environmental Pollution In The Milagro ,” Vol. 9, Pp. 125–134, 2016.

- [10] M. J. O. Gallardo, “Identificación De Los Principales Impactos Generados Por La Industria De Textiles,” Politécnica Nacional, 2016.
- [11] M. A. Garzón-Zúñiga, “La Biofiltración Sobre Materiales Orgánicos , Nueva Tecnología Sustentable Para Tratar Agua Residual En Pequeñas Comunidades E Industrias,” Vol. Iii, Pp. 153–161, 2012.
- [12] C. Camacho And N. Cristina, “Tratamiento De Agua Para Consumo Humano,” 2011.
- [13] E. Manuel *Et Al.*, “Calidad Del Agua En Tabasco,” 2003.
- [14] M. H. Y L. P. Lesly Da Cámara, “Manual De Diseño Para Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Alimenticias,” *Dep. Fenómenos Transp.*, P. 11, 2000.
- [15] I. R. Rojas, “Conferencia Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales,” 2002.
- [16] U. La, A. I. C. Héctor, F. Arcila, L. Laura, M. Cala, And U. La, “Estudio Sobre La Aplicación De Las Técnicas De Filtración Por Membrana A Los Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales,” P. 9, 2015.
- [17] J. V. Reyes, “Determinación De La Eficiencia Del Aserrín Y La Fibra De Coco Utilizados Como Empaques Para La Remoción De Contaminantes En Biofiltros Para El Tratamiento De Aguas Residuales,” *Ing. Y Desarro.*, Pp. 41–56, 2016.
- [18] G. Salas, “Tratamiento Por Oxidación Avanzada ( Reacción Fenton ) De Aguas Residuales De La Industria,” Vol. 13, Pp. 30–38, 2010.
- [19] L. Fernando, G. Giraldo, And A. Peñuela, “Tratamiento De Las Aguas Residuales De Una Industria Textil Utilizando Colector Solar,” Vol. 4, No. 2, Pp. 24–31, 2007.
- [20] V. Denicia, R. Castillo, And M. Leticia, “L A Industria D E L A Leche Contaminación D E L Agua,” 2009.
- [21] E. B. Corona, “Tratamiento De Aguas,” 2015. .
- [22] V. L. A. R. Y. Sa, *Guia Para La Toma De Decisiones En La Selección De Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales No Convencionales*, Primera Ed. Lima, 2009.

- [23] A. R. Urbanas, *Manual De Depuración De Aguas Residuales Urbanas*, Ideasamare. 2008.
- [24] C. En And L. A. Provincia, “Impacto De Los Residuales Del Beneficio Humedo Del Café En La Provincia Guantnamo. Cuba,” P. 6, 1998.
- [25] I. V. M. Yactayo, “Filtración,” 2000, P. 71.
- [26] F. Correa, “Síntesis Y Caracterización De Materiales Inorgánicos Para Ser Empleados Como Adsorbentes De Metales Tóxicos Y De Interés Nuclear,” Edición Co., Mexico, 2010, P. 17.
- [27] L. E. Garcés Jaraba And S. C. Coavas Romero, “Evaluación De La Capacidad De Adsorción En La Cáscara De Naranja (*Citrus Sinensis*) Modificada Con Quitosano Para La Remoción De Cr(Vi) En Aguas Residuales,” 2012.
- [28] M. Neudys González<sup>1</sup>, José Luis Prin<sup>1, 2</sup>, José Luis Benítez<sup>1</sup>, Arnaldo Ramírez<sup>1</sup>, Alexander García<sup>1</sup> And 2\* Ramírez<sup>3</sup>, Marcos Sabino<sup>4</sup> Y Blanca Rojas De Gáscue<sup>1</sup>, “Estudio De La Cinética De Difusión En Hidrogeles Sintetizados A Partir De Acrilamida-Co-Ácido Acrílico Con Turba Y Almidón Via Calentamiento Convencional Y Bajo Radiación Microondas,” Vol. 32, No. 1, Pp. 136–144, 2012.
- [29] F. J. Dolz, “Compendio De Horticultura,” P. 163, 1992.
- [30] Comisión Nacional Del Agua “Conagua,” *Manual De Agua Potable , Alcantarillado Y Saneamiento “Diseño De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios De Flujo Ascendente.”* 2015.
- [31] L. S. De La C. Del M. De I. Y Productividad, *Agua. Calidad Del Agua. Muestreo. Manejo Y Conservación De Muestras Primera.* Ecuador, 2013, P. 26.
- [32] Ministerio Del Ambiente, *Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua.* 2014, Pp. 1–37.

## 2.- ANEXOS

### 2.1.- FOTOGRAFÍAS EN LA INVESTIGACIÓN REALIZADA DEL FILTRO DE TURBA



Fotografía frontal de la industria **DAYANTEX**



Fotografía lateral de la industria **DAYANTEX**

#### **Descripción:**

Infraestructura de la industria de lavado y tinturado de jeans DAYANTEX



Tanque reservorioN°1



Tanque reservorio N°2



Tanque reservorio N°3

**Descripción:**

La industria DAYANTEX cuenta con tres tanques de almacenamiento para posteriormente ser trasladada por bombas a las diferentes actividades de la industria.





Proceso de elaboración de los jeans



Maquinaria utilizada

**Descripción:**

La industria cuenta con un caldero de 3 toneladas de fuerza y 200HP



Tanque de almacenamiento del agua residual



Recipiente con turba para la filtración

**Descripción:**

El agua residual de la industria tiene un tratamiento carbón activado para la reducción de su contaminación.



Tanque de almacenamiento del agua residual



Recipiente con turba para la filtración

**Descripción:**

Proceso de elaboración del filtro



Tanque de almacenamiento del agua residual

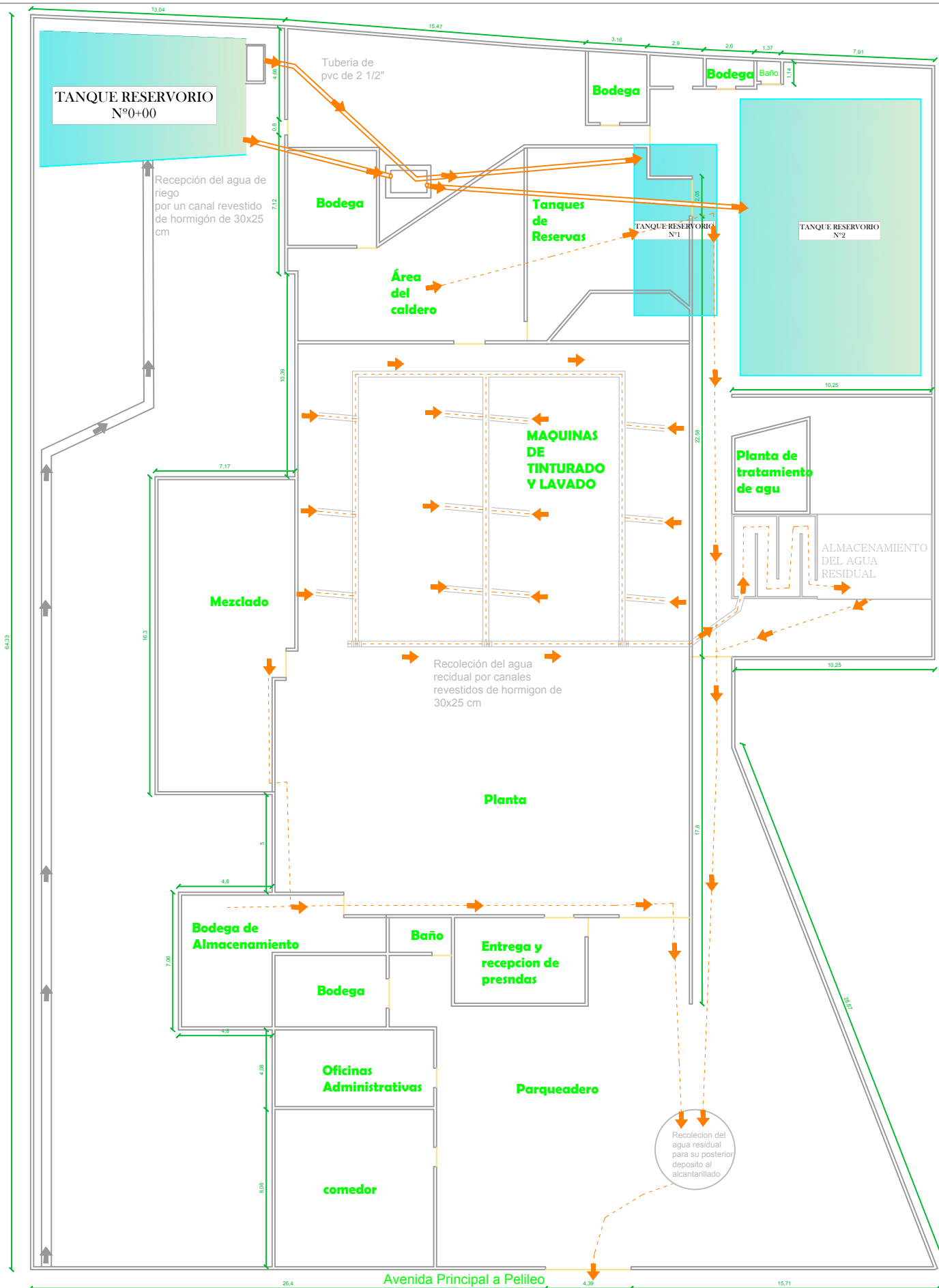


Recipiente con turba para la filtración

**Descripción:**

Llenado del tanque con 0.105 lt/min y recolección de las muestras para su respectivo análisis tanto en agua residual sin filtrar como en agua residual filtrada por turba.

2.2.- PLANO ARQUITECTÓNICO E HIDRÁULICO DE LA INDUSTRIA DE LAVADO Y TINTURADO DE JEANS DAYANTEX



**UBICACION**

**PELILEO**

**DESCRIPCIÓN**

La industria de lavado y tinturado DAYANTEX se encuentra ubicado en la Sierra central del Ecuador, al Norte- Oeste de la provincia de Tungurahua en el cantón de Pelileo en el Km. 11 Barrio el Tambo Av. Confraternidad

**SIMBOLOS**

CANALES DE 30X25  
 TUBERIA PVC  
 DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA  
 DIRECCIÓN DEL FLUJO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**INDUSTRIA DE LAVADO Y TINTURADO DE JEANS DAYANTEX**

Elaborado por:  
**PÉREZ VERONICA**

Fecha:  
29/01/2018

Lámina N°:  
**1/1**

REVISADO: \_\_\_\_\_

**CONTIENE:**

- \* PLANO ARQUITECTÓNICO
- \* INSTALACIONES HIDRÁULICAS

APROBADO: \_\_\_\_\_

Escala: 1:200

## 2.3.-RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS



### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	001	No. Orden	OT-04-18
SOLICITADO POR:	DAYANTEX		
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua		
FECHA DE RECEPCIÓN:	8/12/2017		
HORA DE RECEPCIÓN:	14:00		
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA		
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL M1		
FECHA Y HORA DE MUESTREO	08/12/2017; 11H00		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LÍQUIDA		
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA		
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente		
<b>INFORME</b>			
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX		
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales		
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA M1(Agua sin Filtrar)	
			METODO DE REFERENCIA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	261,42	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	78,3	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	298	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
<b>COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN</b>			
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l	
	DBO5	250 mg/l	
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co	

#### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ENVIRONOVALAB. Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ENVIRONOVALAB, este informe no es válido.

  
  
**Químico Lander Pérez**  
**DIRECTOR TÉCNICO**  
**ENVIRONOVALAB**

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	OO2	No. Orden	OT-04-18
SOLICITADO POR:	DAYANTEX		
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua		
FECHA DE RECEPCIÓN:	8/12/2017		
HORA DE RECEPCIÓN:	14:00		
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA		
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL M2		
FECHA Y HORA DE MUESTREO	08/12/2017, 11H00		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LÍQUIDA		
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA		
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente		
<b>INFORME</b>			
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX		
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales		
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA M2 (Agua Filtrada Turba)	METODO DE REFERENCIA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	208,70	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	62,40	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	145,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
<b>COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN</b>			
<b>NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA</b>	<b>PARÁMETROS ANALIZADOS</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>	
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l	
	DBO5	250 mg/l	
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co	



*Lander Pérez*  
**Químico Lander Pérez**  
**DIRECTOR TÉCNICO**  
**ENVIRONOVALAB**

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	004	No. Orden	OT-04-18	
SOLICITADO POR:	DAYANTEX			
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua			
FECHA DE RECEPCION:	15/12/2017			
HORA DE RECEPCION:	13:00			
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA			
DESCRIPCION	AGUA RESIDUAL M1			
FECHA Y HORA DE MUESTREO	15/12/2017; 10H00			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018			
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LIQUIDA			
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA			
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente			
<b>INFORME</b>				
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX			
DESCRIPCION	Tratamiento de aguas residuales			
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS		METODO DE REFERENCIA
		MUESTRA M1(Agua sin Filtrar)		
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	509,64		Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	152,9		Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	1370		Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
<b>COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN</b>				
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l		
	DBO5	250 mg/l		
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co		



*Lander Pérez*  
Químico Lander Pérez  
DIRECTOR TÉCNICO  
ENVIRONOVALAB



### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	005	No. Orden	OT-04-18
SOLICITADO POR:	DAYANTEX		
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua		
FECHA DE RECEPCIÓN:	15/12/2017		
HORA DE RECEPCIÓN:	13:00		
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA		
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL M2		
FECHA Y HORA DE MUESTREO	15/12/2017, 10H00		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LÍQUIDA		
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA		
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente		
<b>INFORME</b>			
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX		
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales		
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA M2 (Agua Filtrada Turba)	
			METODO DE REFERENCIA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	261,30	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	78,30	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	610,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
<b>COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN</b>			
<b>NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA</b>	<b>PARÁMETROS ANALIZADOS</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>	
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l	
	DBO5	250 mg/l	
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co	



*Lander Pérez*  
Químico Lander Pérez  
DIRECTOR TÉCNICO  
ENVIRONOVALAB

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	007	No. Orden	OT-04-18
SOLICITADO POR:	DAYANTEX		
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua		
FECHA DE RECEPCIÓN:	22/12/2017		
HORA DE RECEPCIÓN:	12:00		
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA		
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL M1		
FECHA Y HORA DE MUESTREO	22/12/2017, 09H00		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LÍQUIDA		
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA		
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente		
<b>INFORME</b>			
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX		
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales		
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA M1(Agua sin Filtrar)	
		METODO DE REFERENCIA	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	838,7	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	251,4	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	1170	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
<b>COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN</b>			
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l	
	DBO5	250 mg/l	
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co	



*Lander Pérez*  
Químico Lander Pérez  
DIRECTOR TÉCNICO  
ENVIRONOVALAB

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	008	No. Orden	OT-04-18
SOLICITADO POR:	DAYANTEX		
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua		
FECHA DE RECEPCIÓN:	22/12/2017		
HORA DE RECEPCIÓN:	12:00		
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA		
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL M2		
FECHA Y HORA DE MUESTREO	22/12/2017; 09H00		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LÍQUIDA		
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA		
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente		
<b>INFORME</b>			
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX		
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales		
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA M2 (Agua Filtrada Turba)	METODO DE REFERENCIA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	802,40	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	240,60	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	765,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
<b>COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN</b>			
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l	
	DBO5	250 mg/l	
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co	



*Lander Pérez*  
**Químico Lander Pérez**  
**DIRECTOR TÉCNICO**  
**ENVIRONOVALAB**

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	O10	No. Orden	OT-04-18	
SOLICITADO POR:	DAYANTEX			
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua			
FECHA DE RECEPCIÓN:	29/12/2017			
HORA DE RECEPCIÓN:	11:45			
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA			
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL M1			
FECHA Y HORA DE MUESTREO	29/12/2017; 10H00			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA MUESTRADO POR	MUESTRA LIQUIDA			
OBSERVACIONES	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA Muestra entregada al laboratorio por el cliente			
<b>INFORME</b>				
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX			
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales			
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS		METODO DE REFERENCIA
		MUESTRA M1(Agua sin Filtrar)		
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	284,6		Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	85,2		Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	580		Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
<b>COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN</b>				
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l		
	DBO5	250 mg/l		
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co		



*[Handwritten Signature]*  
Químico Lander Pérez  
DIRECTOR TÉCNICO  
ENVIRONOVALAB

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME N°	O11	No. Orden	OT-04-18
SOLICITADO POR:	DAYANTEX		
DIRECCION:	Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua		
FECHA DE RECEPCIÓN:	29/12/2017		
HORA DE RECEPCIÓN:	11:45		
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA		
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL M2		
FECHA Y HORA DE MUESTREO	29/12/2017; 10H00		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LÍQUIDA		
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA		
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente		

#### INFORME

IDENTIFICACION DE LA FUENTE	DAYANTEX
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA ( En operación)

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO DE REFERENCIA
		MUESTRA M2 (Agua Filtrada Turba)	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	251,60	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	75,50	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	300,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B

#### COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN

NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l
	DBO5	250 mg/l
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co



*Lander Pérez*  
Químico Lander Pérez  
DIRECTOR TÉCNICO  
ENVIRONOVALAB