



**“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

TEMA:

---

---

**ANÁLISIS DE LA ARENA DE MINA, COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE JEANS “TECNILAVADO”, DE LA CIUDAD DE AMBATO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

---

---

**AUTOR:**

PAZMIÑO COLIMBA BYRON LUIS

**TUTOR:**

Ing. Mg. DAICY ARIAS

AMBATO – ECUADOR 2017

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Mg. Daicy Arias, certifico que el presente proyecto de investigación realizada por Byron Luis Pazmiño Colimba, egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi dirección, el cual es un trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, personal e inédito y ha sido concluido bajo el título, **“ANÁLISIS DE LA ARENA DE MINA, COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE JEANS “TECNILAVADO”, DE LA CIUDAD DE AMBATO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

.....

Ing. Mg. Daicy Arias

**TUTORA**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Pazmiño Colimba Byron Luis, soy autor de los criterios, resultados y propuestas de este trabajo experimental previo a la obtención del título de Ingeniero civil, bajo el tema, **“ANÁLISIS DE LA ARENA DE MINA, COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE JEANS “TECNILAVADO”, DE LA CIUDAD DE AMBATO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, con excepción de las citas bibliográficas.

.....

Byron Luis Pazmiño Colimba

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

Ambato, Agosto 2017

.....

Autor

Byron Luis Pazmiño Colimba



## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental realizado por el Sr. Pazmiño Colimba Byron Luis, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: ANÁLISIS DE LA ARENA DE MINA, COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE JEANS “TECNILAVADO”, DE LA CIUDAD DE AMBATO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Ambato, Agosto 2017

Para constancia firman:

.....

Ph. D. DIANA C. COELLO FIALLOS

.....

Ing. Mg. LENIN MALDONADO

## **DEDICATORIA**

*A mis padres y hermanos, quienes han sabido brindar su apoyo incondicional para que este servidor pueda crecer moral y profesionalmente en el transcurso de mi vida.*

## **AGRADECIMIENTO**

- *A Dios, por permitirme la vida y así poder disfrutar de su maravillosa creación.*
- *Agradezco el apoyo incondicional de mis padres, ya que ellos han sido mi sustento durante toda mi vida estudiantil.*
- *A la Universidad Técnica de Ambato por darme la oportunidad de prepararme y crecer profesionalmente.*
- *Agradezco a La Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por todos los conocimientos que adquirí en el transcurso de cada semestre.*

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b> .....	5
<b>1.1. Tema del Trabajo Experimental.</b> .....	5
<b>1.2. Antecedentes.</b> .....	5
<b>1.3. Justificación.</b> .....	6
<b>1.4. Objetivos.</b> .....	8
<b>1.4.1. Objetivo General:</b> .....	8
<b>1.4.2. Objetivos Específicos:</b> .....	8
<b>CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN.</b> .....	9
<b>2.1. Fundamentación Teórica.</b> .....	9
<b>2.1.1. Impacto Ambiental.</b> .....	9
<b>2.1.2. Proceso General de Lavado de Jeans Industria “Tecnilavado”</b> .....	9
<b>2.1.3. Generación de Efluentes Contaminados.</b> .....	10
<b>2.1.4. Tratamiento de Efluentes Industriales.</b> .....	10
<b>2.1.5. Biofiltración.</b> .....	11
<b>2.1.6. Principios de la Biofiltración.</b> .....	13
<b>2.1.7. Arena.</b> .....	13
<b>2.1.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno.</b> .....	14
<b>2.1.9. Demanda Química de Oxígeno.</b> .....	15
<b>2.1.10. Color del Agua Residual.</b> .....	15
<b>2.1.11. Sólidos Totales.</b> .....	15
<b>2.1.12. Sólidos Suspendidos.</b> .....	16
<b>2.1.13. Sólidos Disueltos.</b> .....	16
<b>2.1.14. Potencial de Hidrógeno pH.</b> .....	16
<b>2.1.15. Conductividad.</b> .....	17
<b>2.1.16. Oxígeno Disuelto.</b> .....	17
<b>2.1.17. Límites de Descarga de Efluentes.</b> .....	17
<b>2.2. Hipótesis (H1)</b> .....	18
<b>2.1. Hipótesis Nula (H0).</b> .....	19
<b>2.2. Señalamiento de Variables de la Hipótesis.</b> .....	19
<b>2.2.1. Variable Dependiente.</b> .....	19
<b>2.2.2. Variable Independiente.</b> .....	19
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b> .....	20
<b>3.1. Nivel o Tipo de Investigación.</b> .....	20
<b>3.2. Población y Muestra</b> .....	20

<b>3.3. Operacionalización de Variables.</b> .....	21
<b>3.3.1. Variable Independiente.</b> .....	21
<b>3.3.2. Variable Dependiente.</b> .....	22
<b>3.4. Plan de Recolección de Información.</b> .....	23
<b>3.5. Plan, Procesamiento y Análisis.</b> .....	24
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	26
<b>4.1. Recolección de Datos.</b> .....	26
<b>4.2 Análisis de los Resultados.</b> .....	41
<b>4.3 Verificación de la Hipótesis.</b> .....	53
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	54
<b>5.1 Conclusiones.</b> .....	54
<b>5.2. Recomendaciones.</b> .....	56
<b>MATERIAL DE REFERENCIA</b> .....	57
<b>1. Bibliografía</b> .....	57
<b>2. Anexos.</b> .....	60
<b>2.1. Anexo 1.</b> .....	60
<b>FOTOGRAFÍAS.</b> .....	60
<b>2.2. Anexo 2.</b> .....	64
<b>Análisis De Muestras</b> .....	64
<b>2.3. Anexo 3.</b> .....	79
<b>Diseño del Biofiltro.</b> .....	79

## Índice de Tablas.

Tabla 1. Proceso de Lavado Industria Tecnilavado. ....	9
Tabla 2. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público. ....	18
Tabla 3. Límites De Descarga A Un Cuerpo De Agua Dulce ....	18
Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente ....	21
Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente.....	22
Tabla 6. Resultados de análisis físico-químicos. S1 .....	26
Tabla 7. Resultados de análisis físico-químicos. S2 .....	27
Tabla 8. Resultados de análisis físico-químicos. S3 .....	28
Tabla 9. Resultados de análisis físico-químicos. S4 .....	29
Tabla 10. Resultados de análisis físico-químicos. S5 .....	30
Tabla 11. Resultados de análisis físico-químicos. S6 .....	31
Tabla 12. Resultados de análisis físico-químicos. S7 .....	32
Tabla 13. Resultados de análisis físico-químicos. S8 .....	33
Tabla 14. Resultados de análisis físico-químicos. S9 .....	34
Tabla 15. Resultados de análisis físico-químicos.M1 .....	35
Tabla 16. Resultados de análisis físico-químicos.M2 .....	36
Tabla 17. Resultados de análisis físico-químicos. M.....	37
Tabla 18. Tabla de resultados de análisis de muestras del Agua residual.....	38
Tabla 19. Lecturas de Consumo Diaria.....	39
Tabla 20. Granulometría de la Arena.....	40
Tabla 21. Eficiencia del Biofiltro Respecto de la DQO.....	42
Tabla 22. Eficiencia del Biofiltro Respecto de la DBO5 .....	44
Tabla 23. Caudal de Consumo Semanal .....	52

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Cubeta de Alojamiento	Ilustración 2. Tanque y Estructura de Soporte	60
Ilustración 3. Arena Tamizado Separación de Grava.	Ilustración 4. Tamizado de la Arena Separación de Limos y Arcillas.	60
Ilustración 5. Filtración Primeros 5 Días	Ilustración 6. Color del Agua filtrada a los 5 Días	61
Ilustración 7. Llenado de Diario de Tanque Primeros Días.	Ilustración 8. Características del Material	61
Ilustración 9. Estado del Material últimos días		61
Ilustración 10. Color del Agua últimos Días	Ilustración 11. Color del Agua no filtrada.	62
Ilustración 12. Toma de Muestra	Ilustración 13. Transporte de Muestra	62
Ilustración 14. Materia retenida en un filtro de Toldo	Ilustración 15. Toma de Lecturas de Consumo de Agua	62
Ilustración 16. Realización de análisis de Sólidos	Ilustración 17. Equipo Multiparamétrico Para Medición de Ph, Conductividad, Oxígeno Disuelto	63
Ilustración 18. Lectura de Color en Fotómetro		63
Ilustración 19. Análisis Muestra Semana 1.		64
Ilustración 20. Análisis Muestra Semana 2.		65
Ilustración 21. Análisis Muestra Semana 3.		66
Ilustración 22. Análisis Muestra Semana 4.		67
Ilustración 23. Análisis Muestra Semana 5.		68
Ilustración 24. Análisis Muestra Semana 6.		69
Ilustración 25. Análisis Muestra Semana 7.		70
Ilustración 26. Análisis Muestra Semana 8.		71
Ilustración 27. Análisis Muestra Agua Residual sin Tratamiento Muestra 1.		72
Ilustración 28. Análisis Muestra Semana 9.		73
Ilustración 29. Análisis de Agua de Uso (Riego).		74
Ilustración 30. Análisis Agua Residual sin Tratamiento Muestra 2.		75

## RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DE LA ARENA DE MINA, COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE JEANS “TECNILAVADO”, DE LA CIUDAD DE AMBATO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**Autor:** Pazmiño Colimba Byron Luis.

**Tutor:** Ing. Mg. Daicy Arias.

Este trabajo estuvo enfocado en buscar una nueva alternativa para tratar el agua residual generada por la industria de jeans “Tecnilavado”, ya que los procesos utilizados en la actualidad resultan ser costosos de construir, así como también demandan de grandes recursos económicos para su mantenimiento y en muchos casos no se obtienen los resultados que se espera de ellos. Por otra parte el sistema de biofiltración es una opción viable para el tratamiento de aguas residuales ya que permite tratar el agua de forma simplificada y a un bajo costo.

Un prototipo de filtro de arena de mina, fue puesto en funcionamiento por un periodo de tiempo de 72 días, con la finalidad de monitorear su operación, así como también de receptor muestras de agua filtrada cada 7 días. Los parámetros que se analizaron fueron: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Color, Sólidos Totales, Sólidos Sedimentables, Conductividad, y Potencial de hidrogeno (pH), los cuales fueron comparados con los límites permisibles propuestos por el “TULSMA”.

La información recopilada mediante el monitoreo del filtro, permitió determinar problemas de operación y posibles formas de optimización del sistema. Además los resultados de los análisis realizados a las muestras de agua residual tomadas; mostraron rastros favorables en reducción de parámetros, llegando a valores promedio de: 318 mg/l lo cual representa un 36,40% en reducción de Demanda Química de Oxígeno, y 150,52 mg/l lo cual representa el 39,63% en reducción de Demanda Bioquímica de Oxígeno, y una reducción parcial de: color y de Sólidos Totales. Estos resultados permitieron verificar que un filtro de arena de mina si reduce la contaminación del agua residual de la industria de jeans “Tecnilavado”, ya que los valores de contaminación descienden bajo de los límites del TULSMA.



## EXECUTIVE SUMMARY

**Subject:** ANALYSIS OF QUARRY'S SAND, AS FILTER IN THE TREATMENT OF WASTEWATER ORIGINATING OF "TECNILAVADO" BLUE JEANS INDUSTRY, OF AMBATO'S CITY, CANTON AMBATO, TUNGURAHUA PROVINCE.

**Author:** Pazmiño Colimba Byron Luis

**Tutor:** Ing. Mg. Daicy Arias.

This work was focused on looking for a new alternative to process the residual water generated by the "Tecnilavado" blue jeans industry. Nowadays, the processes used in order to treat the wastewater, result so expensive in them construction, operation and maintains, obtained results under the expected quality for the water treated. In other hand, the filtration is the more able option for wastewater treatment due to the simple process and lower cost of investment.

A prototype of filter of sand from quarry, was put in operation for a period of time of 72 days, in order to monitoring the functioning and take water samples of the filtered water each 7 days. The parameters analyzed were: Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>), Chemical Oxygen Demand (COD), Color, Total Solids, Sedimentable Solids, Conductivity and Hydrogen Potential (pH), which were compared with the limits proposed by the "TULSMA".

The information compiled by the filter monitoring, allowed to determine problems of operations as the clogging and determinate the possible solution for the optimal operation. Moreover, the results of the analyses of wastewater treated, showed favorable results for reduction of parameters, reaching values of: 318 mg/lit which represent a 36.40 % of reduction for Chemical Oxygen Demand, and 150.52 mg/lit which represents a 39.63% of reduction for Biochemical Oxygen Demand, and a partial reduction for Color and Total solids. These results allowed to verify that a filter of sand from quarry, reduce the contamination of the wastewater of the "Tecnilavado" blue jeans industry, since the values fall below of the TULSMA limits.

## **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

### **1.1. Tema del Trabajo Experimental.**

Análisis de la arena de mina, como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

### **1.2. Antecedentes.**

Un Estudio realizado en lo referente a la industria textil y sus derivados, Parte por investigar la elaboración misma de las fibras las cuales se utilizaran luego en la confección de prendas de indumentaria; En estas se describen procesos y subprocesos dentro de los cuales están: la preparación de las fibras, hilado, tejeduría, tratamientos previos al tinturado, tinturado, acabados, así como también los materiales e insumos empleados en cada una de sus fases de preparación. Esto nos permite conocer directamente las posibles sustancias contaminantes contenidas en el agua residual provenientes de estas industrias y el impacto que tendrán sobre el medio ambiente. Por otra parte es importante mencionar que los avance tecnológicos ha permitido acelerar los procesos de lavado en las industrias dedicadas a la producción de jeans; sin embargo con el incremento de la producción también se incrementa el volumen de aguas residuales generados en estas industrias, haciendo del problema de contaminación hídrica uno de los más severos por resolver .[1]

Otro estudio muestra el enorme impacto que la industria textil tiene sobre el medio ambiente, especialmente en lo que tiene que ver con la contaminación del agua. Ya

que este tipo de industria genera grandes volúmenes de agua residuales debido a los métodos utilizados en la producción. Todo esto está relacionado con la generación de enfermedades en la población tales como: diarrea, cólera, poliomielitis, amebiasis, cáncer, enfermedades de la piel, así como malformaciones de niños que se gestaron cerca de las orillas de los ríos ya que el agua residual es desechada al sistema de alcantarillado que desemboca en los cauces de los ríos. De allí surge la necesidad de tratar el agua residual generada en la industria del jean, como también de todas las industria donde se generan volúmenes considerables de agua residuales.[2]

Existen artículos de investigaciones previas relacionadas con la filtración biológica de agua a través de medios porosos tales como: el bagazo de caña, el ladrillo triturado, la piedra pómez, la arena, que son utilizados tanto en el tratamiento de agua para el consumo doméstico, como también para tratar aguas residuales. En estos se describe la metodología empleada, la tipología y el diseño del filtro, las especificaciones y consideraciones de monitoreo, así como también los resultados obtenidos en los procesos de experimentación realizados.[3] [4]

### **1.3. Justificación.**

Con el crecimiento industrial, también se han agudizado las normas de control medioambiental, por lo que los productores de jeans se ven en la obligación de implementar plantas de tratamiento de aguas residuales, así como la correcta disposición de residuos sólidos y el manejo de planes de contingencia para controlar la contaminación generada por sus actividades, con el fin de sujetarse a las disposiciones descritas por los organismos y normas de control del medioambiente.[5]

Las aguas residuales generadas por la industria de jean contienen sustancias contaminantes de diferente naturaleza entre los que se destacan los colorantes, estos compuestos son diseñados para ser resistentes a la descomposición, por lo que su tratamiento resulta ser difícil y sumamente costoso. Dichos efluentes son característicos por las altas fluctuaciones en parámetros tales como: la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), color, Ph, salinidad. Algunos valores de estos parámetros son los siguientes: [6]

- Color visible (1100-4500 unidades)
- Demanda química de oxígeno (800-1600 mg/L)
- Demanda bioquímica de oxígeno (450-600 mg/L)
- pH alcalino (6-11)
- Sólidos Totales(6000-7000 mg/L)

Es importante señalar que estos valores están por encima de los límites permitidos para efluentes de este tipo de industrias.[7]

Ahora bien, el proceso de biofiltración permite obtener un efluente de muy buena calidad. En particular los filtros de arena son lechos o camas de material granular que permiten que las aguas residuales pre-tratadas puedan ser tratadas y recogidas para su disposición final. Estos filtros se usan generalmente para mejorar la calidad del agua antes de que esta sea distribuida al suelo o evacuada a otros cuerpos de agua. El proceso de biofiltración por arena limpia el agua de algunas maneras tales como: La filtración que separa las partículas contaminantes por medios físicos, la absorción química donde las sustancias contaminantes se adhieren a la superficie de las partículas de arena, la asimilación en la cual los microbios aeróbicos consumen los nutrientes de las aguas negras.[3]

Finalmente es importante considerar que el agua es un recurso no renovable existente en el planeta. Además todos los seres vivos dependen del líquido vital para desarrollarse día a día; tales razones son por demás un indicativo de que debemos preocuparnos por conservarla en un estado en el que podamos aprovecharla como un componente mayoritario de nuestro organismo.[8]

#### **1.4. Objetivos.**

##### **1.4.1. Objetivo General:**

Analizar la arena de mina, como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado” de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la industria de jeans Tecnilavado.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la industria de jeans Tecnilavado.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO y DQO) y color de las aguas residuales provenientes de la industria de jeans en su origen y luego de la filtración.
- Determinar si la arena de mina puede ser utilizada como material filtrante en el pretratamiento de aguas residuales de la industria de jeans.

## **CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN.**

### **2.1. Fundamentación Teórica.**

#### **2.1.1. Impacto Ambiental.**

El sector textil y específicamente el de la industria de jeans, es una oportunidad de crecimiento y desarrollo socioeconómico en muchos países de Latinoamérica y del mundo. Sin embargo, dado la alta demanda y producción de dichas prendas el impacto sobre el medio hídrico por parte de estas industrias es realmente preocupante. Esto se debe a que existe gran complejidad en el tratamiento de este tipo de efluentes, además la situación se agrava puesto que las industrias se limitan a mitigar los efectos contaminantes; más no a realizar tratamientos que permitan la reutilización del recurso en la misma industria o en otras actividades.[9]

#### **2.1.2. Proceso General de Lavado de Jeans Industria “Tecnilavado”**

<b>Proceso de Lavado de Jeans Industria “Tecnilavado”</b>	
<b>PROCESO</b>	<b>INSUMOS</b>
1. Desengomado.	Antiquiebre, dispersante, humectante.
2. Stone.	Ácido acético, encima acida.
3. Enjuague.	Agua.
4. Bajado.	Permanganato.
5. Neutralizado.	Metabisulfito, ácido oxálico.
6. Tinturado.	Igualante, sal, tinte
7. Fijado.	Fijador, ácido acético.
8. Enjuague.	Agua.
9. Suavizado.	Suavizante.

*Tabla 1. Proceso de Lavado Industria Tecnilavado.  
Fuente. Byron Pazmiño*

### **2.1.3. Generación de Efluentes Contaminados.**

La generación del efluente contaminado de la industria de jeans, se da principalmente por: desengomado 15 %, descruce y mercerizado 20 % y del blanqueo, teñido y lavado 65 %. La mayor cantidad de carga orgánica se genera en la fase del desengomado aportando alrededor del 50 % del total de la DBO. La cantidad de agua varía dependiendo del proceso, de los insumos y del equipo utilizado en la planta de producción; así tenemos en el teñido 100 y 150 litros de agua por kilogramo de producto (colorantes dispersos), en tinción 125 y 170 litros por kilogramo de producto (colorantes reactivos), los procesos en la industria textil no generan grandes cantidades de metales. Los colorantes textiles permanecen por mucho tiempo en el ambiente, y los tratamientos clásicos no son viables debido a que oxidaciones o reducciones parciales generan otros productos secundarios altamente tóxicos. Algunos colorantes no son directamente tóxicos para los organismos vivos; pero se debe considerar que, la fuerte coloración que aportan a los medios de descarga puede llegar a suprimir los procesos fotosintéticos en el curso de agua, por lo que su presencia debe ser controlada.[10]

### **2.1.4. Tratamiento de Efluentes Industriales.**

Estos tratamientos incluyen procesos aeróbicos y anaeróbicos, precedidos de más etapas de tratamiento primario por ejemplo: ecualización, coagulación, sedimentación, tamizado, neutralización y otros procedimientos fisicoquímicos como: adsorción sobre carbón, y ultrafiltración. La validez del proceso biológico para la disminución de la DQO depende la relación  $DBO_5/DQO$ , siendo 0,35 un valor medio para esta relación en aguas residuales de la industria textil. Sin embargo para lograr que exista una biodegradabilidad el valor de la relación debe ser al menos 0,6. Por otra parte se ha

demostrado que la mayoría de los colorantes no son biodegradables significativamente por lo que la reducción del color se logra mediante procesos de adsorción de las moléculas de colorante en el lodo.[10]

#### **2.1.5. Biofiltración.**

El tratamiento de aguas residuales debe adaptarse a las condiciones económicas, técnicas y sociales para cada sector específico. Sin embargo el tratamiento de estas aguas resulta ser difícil, debido a que no todos los sectores cuentan con sistemas de drenaje adecuados y plantas de tratamiento pertinentes, debido en muchos casos a que los sistemas convencionales resultan ser altamente costosos en su construcción y mantenimiento. He aquí que la biofiltración es una alternativa viable que puede cubrir las necesidades de tratamiento de aguas residuales para determinados sectores ya que puede adaptarse bajo diferentes sistemas a las necesidades de cada sector o industria, trayendo beneficios económicos, sociales y medioambientales; ya que tiene bajo costo de construcción, generan pocos residuos y las aguas tratadas pueden ser reutilizadas.

La biofiltración tiene el objeto de ser una alternativa en los procesos de saneamiento hídrico, ya que requiere poca técnica, tiene bajo costo de implementación, aparte de ser una tecnología limpia, adaptable y muy eficiente en los tratamientos de las aguas residuales.[11]

La biofiltración involucra procedimientos físicos y químicos debido a los bajos niveles de filtración, estableciendo equilibrio entre la tasa de contaminantes y la generación de microorganismos, los cuales son responsables de remover las sustancias contaminantes contenidas en el agua residual ya que forman una película superficial que aparte de consumir los patógenos, retienen los sólidos suspendido entre otros,



mejorando así las características del agua, como la turbidez y permitiendo de esta manera la entrada de luz en el líquido tratado. Las principales finalidades del medio filtrante son: [11]

1. Facilitar el contacto entre el agua y los sólidos biológicos contenidos en el biofiltro.
2. Facilitar un flujo uniforme en el biofiltro.
3. Permitir la acumulación de una gran cantidad de biomasa.
4. Actuar como una barrera física, evitando que los sólidos sean sacados del sistema de tratamiento.
5. Actuar como separador de sólidos y gases.

El medio filtrante debe seleccionarse cuidadosamente ya que de este dependerá la calidad del efluente tratado; el medio filtrante debe cumplir lo siguiente:

1. Debe ser estructuralmente resistente, ya que debe soportar su propio peso y el de la biopelícula adherida a la superficie.
2. Ser biológica y químicamente inerte, para evitar que ocurra una reacción entre el medio y los microorganismos.
3. Ser liviano, con el fin de poder construir altos para reducir áreas de ocupación.
4. Deben ser porosos y tener superficie, para lograr la adherencia de microorganismos y reducir la colmatación.
5. Permitir la generación pronta de microorganismos para reducir el tiempo de activación.
6. Tener bajo costo, para que sea viable en términos de economía.
7. Deben ser capaces de retener una buena cantidad de agua; ya que los microorganismos la necesitan para desarrollarse.

### **2.1.6. Principios de la Biofiltración.**

El proceso de biofiltración puede clasificarse mediante los siguientes factores:

1. Gravedad. Se hace pasar el agua residual por efecto de la gravedad a través del lecho filtrante, y es forzada por la presión generada por la carga hidráulica sobre la superficie del material filtrante.
2. Velocidad de filtración. Puede ser de flujo lento, rápido o variado; la filtración lenta es aquella en que la velocidad oscila entre 0,1 y 0,2 m/h, mientras que en la filtración rápida la velocidad varía entre 5 y 20 m/h

También es importante considerar el efluente que se va a tratar, la selección del material filtrante, y su contenido de humedad. Previamente a la puesta en funcionamiento se debe realizar un acondicionamiento y una adaptación del sistema.[11]

### **2.1.7. Arena.**

Este material ha sido usado desde la antigüedad con el propósito de procesar el agua para el consumo humano, incluso hoy en día sigue siendo utilizado en comunidades retiradas donde resulta difícil el acceso a tubería de agua potable. Los resultados obtenidos de los procesos de biofiltración mediante el sistema de biofiltración en lecho de arena son realmente satisfactorios. Partiendo de esto, podemos adaptar este sistema al tratamiento de aguas residuales industriales considerando que la arena es un material granular, poroso, y con gran contenido de minerales, haciendo de este material uno de los más idóneos para la biofiltración. El desempeño del biofiltro de arena es alto en la remoción de los siguientes contaminantes en el agua:[12]

1. Remueven hasta 100% de sólidos suspendidos mayores al tamaño coloidal

2. Remueven el 100% de parásitos, helmintos y organismos más largos.
3. Remueve entre el 90 y 99% de virus y bacterias.
4. Reduce el 99% de hierro y manganeso.
5. Remueve el 99% de toxinas inorgánicas, incluyendo arsénico, mercurio y plomo con la ayuda de un pre-tratamiento y un 50% de estas toxinas sin un pre-tratamiento con la biocapa.
6. Para uso en la higiene, elimina la infección de ojos, piel y nariz.
7. Económico, operado con cero costos de mantenimiento.
8. Tienen una duración más de 10 años.
9. Mejora la calidad de vida de la comunidad con la eliminación de cólera, con un 40-60% de reducción de diarrea asociada a enfermedades gastrointestinales sin el uso de desinfección del agua tratada.

Considerando los resultados de la aplicación del biofiltro en agua para uso doméstico, se espera también que la aplicación del mismo en el tratamiento de aguas residuales industriales también resulte en un mejoramiento de la calidad del agua.

#### **2.1.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno.**

Según un artículo de Hanna Instrument, “La Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, es la cantidad de oxígeno en mg/lit necesaria para descomponer la materia orgánica presente mediante acción de los microorganismos aerobios presentes en el agua. Normalmente se emplea la DBO<sub>5</sub>, que mide el oxígeno consumido por los microorganismos en cinco días. Resulta el parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado. La determinación del mismo está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica”. [13]

### **2.1.9. Demanda Química de Oxígeno.**

Según un artículo de Hanna Instrument, "La Demanda Química de Oxígeno, DQO, es la cantidad de oxígeno en mg/lit consumido en la oxidación de las sustancias reductoras que están en un agua. Se emplean oxidantes químicos, como el dicromato potásico. Tal y como hemos dicho, el ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse".[13]

### **2.1.10. Color del Agua Residual.**

La coloración residual es uno de los problemas de mayor importancia en el tratamiento de aguas residuales industriales, ya que los colorantes modernos se han diseñado con el propósito de hacerlos más brillantes, con mayor solidez a la luz, al jabón, al agua, y mayor durabilidad. Sin embargo la estabilidad que tienen estos colorantes hace que no sean fácilmente degradables y que los efluentes mantengan su color luego de su tratamiento. Por otra parte los colorantes con excepción de aquellos que tienen alto contenido metálico, no presentan alta toxicidad sobre mamíferos y organismos acuáticos, por el contrario los efluentes altamente coloridos impiden el paso de luz hacia el fondo de los ríos, poniendo en riesgo las especies vegetales y animales que en dichas aguas se desarrollan, a esto se suma el inconveniente de un desagradable efecto visual de los ríos.[14]

### **2.1.11. Sólidos Totales.**

Se consideran todos los contaminantes del agua despreciando los gases disueltos. Pueden ser inorgánicos y orgánicos. El concepto general es: toda la materia sólida que

se mantiene después de la evaporación y secado de una muestra de agua determinada. Los sólidos totales permiten determinar la cantidad de materia disuelta y suspendida que contiene el agua, los resultados se expresan en mg/L.[15]

#### **2.1.12. Sólidos Suspendidos.**

Los sólidos suspendidos tienen la característica de ser visibles y flotar en el agua residual, estos pueden ser removidos por medios físicos como la sedimentación o mecánicos como la filtración. Los sólidos suspendidos son la fracción de materia retenida en una membrana con un tamaño de poro específico, después de que ha sido secado y pesado. Además los sólidos suspendidos son uno de los parámetros que fijan límites para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce y sistemas de alcantarillado; los resultados se expresan en mg/L.[16]

#### **2.1.13. Sólidos Disueltos.**

Los sólidos disueltos son la cantidad de materia remanente en un recipiente, después de evaporar el agua a una temperatura entre 103-105 °C, los resultados se expresan en mg/L. Los sólidos disueltos permiten conocer la cantidad de materia disuelta en el agua, los efectos de estos sólidos son un cambio en las características del agua como el color, olor, y el sabor. [17]

#### **2.1.14. Potencial de Hidrógeno pH.**

El potencial de hidrogeno es un parámetro considerable en las aguas residuales, ya que puede alterar la composición y modificar la biología de la vida acuática; sin embargo niveles de entre 5 y 9 no resultan perjudiciales en la mayoría de las especies teniendo en cuenta que algunas especies son muy sensibles en este aspecto. Además un pH ácido

del agua puede resultar en una solubilidad de los minerales generando otras sustancias. Por otra parte este parámetro tiene efectos directos ya mencionados así como también efectos indirectos como la influencia en la toxicidad de algunas sustancias.[18]

#### **2.1.15. Conductividad.**

La conductividad eléctrica es un parámetro que indica la facilidad con la que la corriente eléctrica pasa a través del agua residual, los valores de conductividad elevados indican gran contenido de impurezas específicamente de sales disueltas. La conductividad permite determinar si un agua residual tratada es o no apta para ser utilizada en riego, ya que valores de orden 1000  $\mu\text{m}/\text{cm}$  pueden afectar a la vida vegetal no tolerable contenidos excesivos de sales disueltas.[19]

#### **2.1.16. Oxígeno Disuelto.**

El contenido de oxígeno en el agua es un factor relevante en la dinámica de aguas, el cual permite determinar la posible biodegradabilidad de los contaminantes de las aguas residuales mediante la generación de microorganismos, y su reutilización sea para cultivo agrícola, piscicultura o cualquier otro uso que se le quiera dar. Además es un parámetro indicador en relación con los índices de calidad del agua (ICA).[20]

#### **2.1.17. Límites de Descarga de Efluentes.**

Los límites de descarga de efluentes contaminados al alcantarillado público, son como lo indica la tabla 8, del anexo 1, del libro VI del Texto Único de Legislación Secundaria Medioambiental “TULSMA”. [21]

<b>LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.</b>			
<b>PARAMETRO</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Demanda biquímica de oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	250
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	500
Potencial de hidrogeno	Ph		6-9
Sólidos sedimentables	SD	mg/L	20
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/L	220
Sólidos totales	ST	mg/L	1600

*Tabla 2. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.*

*Fuente. TULSMA Libro VI Anexo 1*

tabla 9, del anexo 1, del libro VI del Texto único de legislación Secundaria Medioambiental TULSMA.[21]

<b>Tabla 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE.</b>			
<b>PARAMETRO</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Color	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución 1/20

*Tabla 3. Límites De Descarga A Un Cuerpo De Agua Dulce*

*Fuente. TULSMA Libro VI Anexo 1*

## **2.2. Hipótesis (H1)**

El arena de mina como filtro biológico reducirá los niveles de contaminación de las aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado” a límites permisibles.

## **2.1. Hipótesis Nula (H0).**

Para el tema en estudio, la hipótesis nula estaría formulada de la siguiente manera:

El arena de mina como filtro biológico no reduce los niveles de contaminación de las aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”

## **2.2. Señalamiento de Variables de la Hipótesis.**

### **2.2.1. Variable Dependiente.**

Los niveles de contaminación de las aguas residuales de la industria de jeans “Tecnilavado”.

### **2.2.2. Variable Independiente.**

La arena de mina como material filtrante.



## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Nivel o Tipo de Investigación.**

El alcance de este trabajo experimental está dentro de los tipos exploratorio, descriptivo y de laboratorio, según lo describen Hernández Roberto y colaboradores.[22]

Exploratoria porque se partirá de estudios relacionados indirectamente, con lo cual se indagará con una nueva perspectiva, para llegar a obtener resultados particulares, mediante el monitoreo de un prototipo de biofiltro de arena.

Descriptiva ya que en el proceso se pueden describir las características de funcionamiento del prototipo durante el tiempo de análisis del trabajo experimental.

Y de laboratorio, ya que se recolectará información específica mediante el análisis de muestras particulares, haciendo uso de equipo y procedimientos de laboratorio.

### **3.2. Población y Muestra**

Para esta investigación se tomó como población, el volumen de agua residual generado en un periodo de tiempo de 72 días, del cual se apartó un volumen diario de 151,2 litros, que multiplicados por el periodo de tiempo de 72 días dan un valor de 10900,8 litros los cuales representaron a la muestra. Dicho volumen diario de 151,2 litros se hizo pasar a través del lecho filtrante con un caudal constante de 0,105 lt/min.

### 3.3.Operacionalización de Variables.

#### 3.3.1. Variable Independiente.

V.I: La arena de mina como material filtrante.

Operacionalización de Variable Independiente				
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM	TÉCNICAS é INSTRUMENTOS
Un material filtrante es cualquier material utilizado en un lecho para separar partículas de un fluido que circula en una corriente, el cual posee características apropiadas para retener sustancias sólidas o líquidas de un efluente contaminado mejorando así sus propiedades.	Material filtrante	Arena de mina.	¿Cuáles son sus características de filtración?	Revisión bibliográfica.
			¿Cuál es su desempeño en operación?	Hoja de seguimiento diario de operación.
			¿Cuál es el nivel de mejora?	Análisis físicos del efluente filtrado.
	Mejorar las propiedades del efluente contaminado.	Propiedades físicas	¿Cuál es el nivel de mejora?	Análisis químicos del efluente filtrado.
		Propiedades químicas.	¿Cuál es el nivel de mejora?	

Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente

Fuente: Byron Pazmiño.

### 3.3.2. Variable Dependiente.

V.D. La contaminación de las aguas residuales de la industria de jeans “Tecnilavado”.

Operacionalización de Variable Dependiente				
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM	TÉCNICAS é INSTRUMENTOS
La contaminación del agua está dada por la incorporación de otras sustancias que alteran los parámetros iniciales del líquido. Tales parámetros pueden alterarse hasta sobrepasar los límites aceptables, establecidos en la tabla 9, Anexo 1, del libro VI del TULSMA, lo cual resulta perjudicial para la vida de todos los seres vivos.	Incorporación de sustancias.	Químicos utilizados en la industria de jeans.	¿Cuáles son sus efectos?	Ficha técnica del material.
			¿Qué cantidad de químicos se utilizan?	Fases del proceso industrial.
	Límites establecidos.	Límites de descarga al alcantarillado público.	¿Cuál es el grado de contenido?	Análisis físicos y químicos del efluente filtrado.

Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente

Fuente: Byron Pazmiño.

### **3.4. Plan de Recolección de Información.**

En el presente trabajo se evaluó la arena de mina como material filtrante, el fin fue de determinar si este material es eficiente en el tratamiento de agua residual de la industria de jeans.

Se realizó un levantamiento con cinta de la planta industrial, y una planimetría de la misma, realizando la distribución de áreas de todo el lugar.

Se conectó un medidor de agua en la toma de entrada a la cisterna de la planta, ya que el agua utilizada en los procesos es captada de uno de los canales de riego.

Se armó un sistema el cual permitió tener una filtración de agua continua con una recarga diaria.

Previamente a la filtración se realizó un ensayo de la arena para conocer sus características granulométricas así como otras propiedades.

El procedimiento del trabajo experimental se realizó mediante la implantación de un prototipo de biofiltro en la industria donde se realizó el estudio. El cual fue monitoreado diariamente por el investigador durante un periodo de 72 días.

Se elaboró una ficha de control diario de la operación del biofiltro, donde se realizaban chequeos y observaciones de todo el sistema de filtración como: el caudal de entrada y el caudal de salida, observación del estado del material (visual), color del agua filtrada (visual), anomalías en la operación.

Se recolectó muestras de agua filtrada regularmente cada periodo de tiempo determinado, las cuales fueron llevadas al laboratorio para realizar los respectivos análisis físico-químicos.

Adicionalmente también se tomó una muestra del agua residual sin ningún tipo de tratamiento.

Se indago sobre los procesos manejados en el desarrollo de la producción o lavado.

Se recolecto información acerca de los insumos utilizados en los procesos de producción mediante la ficha técnica de cada insumo.

### **3.5. Plan, Procesamiento y Análisis.**

La información recolectada durante el tiempo de operación del filtro será manejada de la siguiente manera.

El conocer las instalaciones de la industria, permitirá hacer una panorámica del funcionamiento y fases de la producción, así como estar al tanto de cómo se genera el efluente contaminado, lo que es de utilidad para poder realizar una optimización del sistema de lavado, con la finalidad de reducir al mínimo los niveles de contaminación del agua residual.

La instalación del medidor de agua facilitará la recolección de información acerca del volumen de agua que se utiliza en los procesos de lavado en la industria, como también conocer que volumen de agua residual se genera diaria y semanalmente.

El sistema de filtración implementado permitirá tener un funcionamiento continuo, con lo que a la larga se puede conocer el tiempo de vida útil del material y el volumen de agua que fue tratada antes de la degeneración del material filtrante.

La información sobre las propiedades del material, proporcionará perspectivas acerca de cómo se debe trabajar con dicho material filtrante, para optimizar el rendimiento del filtro.

El monitoreo diario facilitará la observación del funcionamiento del biofiltro, el estado del material, la calidad del efluente de estrada y del ya filtrado. Con esto se pudo determinar fallas en el funcionamiento, así como también se podrán generar nuevas perspectivas, como formas de optimización del sistema de filtración, y demás detalles que permitan obtener un efluente filtrado de mejor calidad.

La toma de muestras del efluente filtrado y los resultados de los análisis físicos y químicos realizados, como son: DBO<sub>5</sub>, DQO, color, sólidos totales, sólidos sedimentables, pH y conductividad, evidencian las características de filtración del material en estudio, es decir la eficiencia del filtro en el tratamiento de los efluentes de la industria de jeans.

Los resultados de los análisis efectuados a la muestra de agua residual sin tratar sirven de base para comparar los parámetros del efluente antes y después de la filtración, y así también, compararlos con los límites aceptables establecidos.

Con dichos resultados facilitan la elaboración de gráficas, en las cuales se puede interpretar el comportamiento del material durante el tiempo de operación del biofiltro, de igual manera se pueden realizar chequeos de la calidad del agua filtrada.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Recolección de Datos

Se recolectaron muestras del agua filtrada cada semana, así también se tomó muestras del agua residual sin tratar, como del agua de uso ya que el agua empleada en los procesos se toma del agua de riego del sistema Ambato-Huachi-Pelileo.

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 1



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 1</b>		
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
DQO	mg/Lt	95,00
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	50,35
COLOR	Unid Pt-Co	139,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00
PH	--	7,50
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	405,00

Tabla 6. Resultados de análisis físico-químicos. S1

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 2



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 2</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	302
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	41,50
COLOR	Unid Pt-Co	948,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1800,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	2000,00
PH	--	7,44
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	419,00

Tabla 7. Resultados de análisis físico-químicos. S2

Fuente: Byron Pazmiño.



## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 3



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 3</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	626
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	152,67
COLOR	Unid Pt-Co	1500,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	800,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1000,00
PH	--	7,78
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	539,00

Tabla 8. Resultados de análisis físico-químicos. S3

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 4



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 4</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	546
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	200,73
COLOR	Unid Pt-Co	1950,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	2200,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	2400,00
PH	--	7,80
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	413,00

Tabla 9. Resultados de análisis físico-químicos. S4

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 5


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 5</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	485,00
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	88,78
COLOR	Unid Pt-Co	1330,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00
PH	--	7,31
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	313,00

Tabla 10. Resultados de análisis físico-químicos. S5

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 6



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 6</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	313,00
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	148,03
COLOR	Unid Pt-Co	820,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	2200,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	2400,00
PH	--	7,20
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	367,00

Tabla 11. Resultados de análisis físico-químicos. S6

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 7



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 7</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	463
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	152,06
COLOR	Unid Pt-Co	1030,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00
PH	--	7,35
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	363,00

Tabla 12. Resultados de análisis físico-químicos. S7

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 8



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 8</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	339
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	190,37
COLOR	Unid Pt-Co	1160,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00
PH	--	7,63
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	335,00

Tabla 13. Resultados de análisis físico-químicos. S8

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MUESTRA 9



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual filtrada)		
<b>RESULTADOS SEMANA 9</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	413,00
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	248,52
COLOR	Unid Pt-Co	1560,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1200,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1400,00
PH	--	7,52
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	395,00

Tabla 14. Resultados de análisis físico-químicos. S9

Fuente: Byron Pazmiño.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL NO TRATADA MUESTRA 1



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual no tratada)		
<b>RESULTADOS MUESTRA 1</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	634
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	402,77
COLOR	Unid Pt-Co	6180,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	1600,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	3000,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	4600,00
PH	--	8,16
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	426,00

Tabla 15. Resultados de análisis físico-químicos.M1

Fuente: Byron Pazmiño.



## RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL NO TRATADA MUESTRA 2





	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua residual no tratada)		
<b>RESULTADOS MUESTRA 2</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	432,00
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	254,82
COLOR	Unid Pt-Co	5900,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	1200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	2400,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	3600,00
PH	--	7,9
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	398,00

Tabla 16. Resultados de análisis físico-químicos.M2

Fuente: Byron Pazmiño.

**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA DE USO (AGUA DE RIEGO).**

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Puntual (agua del sistema de riego Ambato-Huachi-Pelileo)		
<b>RESULTADOS MUESTRA</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
DQO	mg/Lt	3,00
DBO <sub>5</sub>	mg/Lt	1,30
COLOR	Unid Pt-Co	13,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	MENOR A 1,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	MENOR A 5,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	MENOR A 5,00
PH	--	8,24
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	95,10

*Tabla 17. Resultados de análisis físico-químicos. M*



*Fuente: Byron Pazmiño.*

<b>RESUMEN DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DEL AGUA RESIDUAL</b>							
<b>MUESTRA N°</b>	<b>PARÁMETRO</b>						
	<b>DQO</b>	<b>DBO 5</b>	<b>COLOR</b>	<b>SÓLIDOS SEDIMENTABLES</b>	<b>SÓLIDOS TOTALES</b>	<b>PH</b>	<b>CONDUCTIVIDAD</b>
	mg/lt	mg/lt	Pt/Co	ml/lt	mg/lt	--	µm-cm
AC	634	402,77	6180	0,1	4600	8,35	426
S1	95	50,35	139	0,1	1800	7,5	405
S2	302	41,5	948	0,1	2000	7,44	419
S3	626	152,67	1500	0,1	1000	7,78	539
S4	546	200,73	1950	0,1	2400	7,8	413
S5	485	88,78	1330	0,1	1800	7,31	313
S6	313	148,03	820	0,1	2400	7,2	367
S7	463	152,06	1030	0,1	1800	7,35	363
S8	339	190,37	1160	0,1	1800	7,63	335
S9	413	248,52	1560	0,1	1700	7,52	395

*Tabla 18. Tabla de resultados de análisis de muestras del Agua residual*

*Fuente: Byron Pazmiño.*

**LECTURAS DE CONSUMO DIARIO DE AGUA.**

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>LECTURA DE CAUDAL DIARIO</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>OBSERVACIÓN:</b> Agua del sistema de riego Ambato-Huachi-Pelileo		
<b>LECTURAS TOMADAS</b>		
<b>FECHA</b>	<b>LECTURA m<sup>3</sup></b>	
Lunes 26 de Junio	1361,6753	
Martes 27 de Junio	1375,0402	
Miércoles 28 de Junio	1400,6898	
Jueves 29 de Junio	1424,8329	
viernes 30 de Junio	1441,5376	
Sábado 31 de Junio	1456,6423	

*Tabla 19. Lecturas de Consumo Diaria.*

*Fuente: Byron Pazmiño.*

## ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE LA ARENA.



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
<b>DATOS DE GRANULOMETRÍA DE LA ARENA</b>			
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.			
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba			
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias			
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.			
<b>OBSERVACIÓN:</b> La arena utilizada para el estudio es de la Cantera Acosta ubicada en la ciudad de Ambato sector Huachi Grande.			
<b>DATOS RECOLECTADOS</b>			
Tamiz #	Tamiz en mm	Peso retenido Parcial	Peso retenido acumulado
3/8	9,5	0	0
4	4,36	95	95
8	2,38	383,5	478,5
16	1,19	57	535,5
30	0,59	77	612,5
50	0,297	130,5	743
100	0,149	101,5	844,5
200	0,075	56,5	901
Fuente		0	1.000,00

Tabla 20. Granulometría de la Arena.

Fuente: Byron Pazmiño.

## 4.2 Análisis de los Resultados.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).

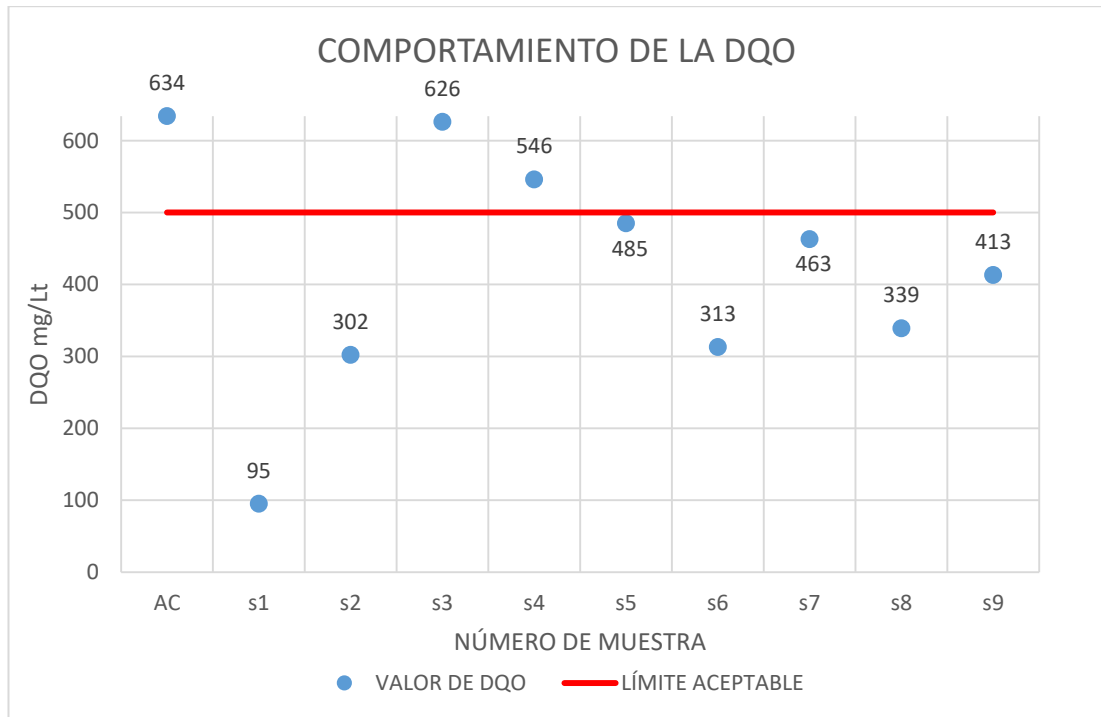


Gráfico 1. Comportamiento de la Demanda Química de Oxígeno.  
Fuente: Byron Pazmiño

### CÁLCULO DE LA EFICIENCIA EN REDUCCIÓN DE DQO.

La eficiencia del filtro en cuanto a la reducción de la demanda química de oxígeno se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia en DQO} = \frac{DQO_l - DQO_m}{DQO_l} * 100$$

<b>Eficiencia del Biofiltro Respecto de la DQO</b>			
DBO5 Límite	Muestra N°	Valor	Eficiencia %
500	s1	95,00	81,00
	s2	302,00	39,60
	s3	626,00	-25,20
	s4	546,00	-9,20
	s5	485,00	3,00
	s6	313,00	37,40
	s7	463,00	7,40
	s8	339,00	32,20
	s9	413,00	17,40

*Tabla 21. Eficiencia del Biofiltro Respecto de la DQO*

*Fuente: Byron Pazmiño*

El gráfico 1. Muestra el comportamiento de la demanda química de oxígeno, mostrando una disminución importante de este parámetro en la primera semana sin embargo, a partir de esto el valor muestra un incremento, llegando a un nivel similar al del agua residual no tratada para la semana 3. La razón de este incremento como lo plantea Argirakis, S. y colaborador se debe a que en los primeros días el biofiltro no ha alcanzado la madurez, es decir no se ha generado la biocapa, ya que ésta es la clave de la eficiencia del biofiltro, este lecho microbiano invisible está compuesto de una capa de microorganismos q por lo general tarda aproximadamente 30 días en estabilizarse. Sin embargo la tabla 21. Muestra un análisis global de los resultados obtenidos en cuanto a la eficiencia del biofiltro, teniendo un valor promedio de 36,40% en la reducción de la DQO. [12]

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5).

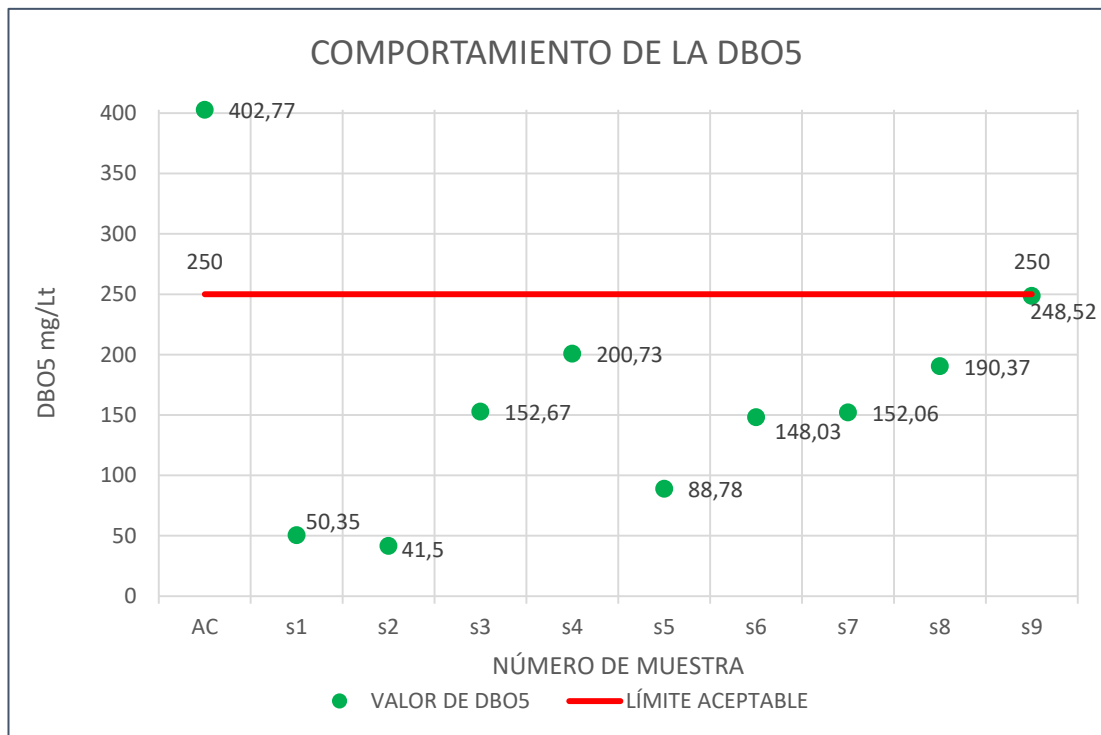


Gráfico 2. Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub>.

Fuente: Byron Pazmiño

### CÁLCULO DE LA EFICIENCIA EN REDUCCIÓN DE DBO<sub>5</sub>.

La eficiencia del filtro en cuanto a la reducción de la demanda química de oxígeno se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia de DBO}_5 = \frac{DBO5l - DBO5m}{DBO5l} * 100$$



<b>Eficiencia del Biofiltro Respecto de la DBO5</b>			
<b>DBO5 Límite</b>	<b>Muestra N°</b>	<b>Valor</b>	<b>Eficiencia %</b>
250	s1	50,35	79,86
	s2	41,5	83,40
	s3	152,67	38,93
	s4	200,73	19,71
	s5	88,78	64,49
	s6	148,03	40,79
	s7	152,06	39,18
	s8	190,37	23,85
	s9	248,52	0,59

*Tabla 22. Eficiencia del Biofiltro Respecto de la DBO5*

*Fuente: Byron Pazmiño*

El gráfico 2 muestra el comportamiento del filtro en cuanto a la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, tal como se sucedió con la DQO (gráfico 1), al inicio del funcionamiento del biofiltro se muestra una reducción considerable en el valor de este parámetro y posterior a esto un incremento sustancial, las razones del incremento al igual que en el caso anterior se sostienen en que el biofiltro necesita de un tiempo prudencial para activarse o para que se genere el lecho microbiano adecuado que permita descomponer la materia existente en el agua residual. Por otra parte la tabla 22. Muestra la eficiencia del biofiltro en cuanto a la reducción de la DBO5, que como se observa, alcanza un valor del 39,63% en promedio. [12]

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL COLOR DEL AGUA RESIDUAL.

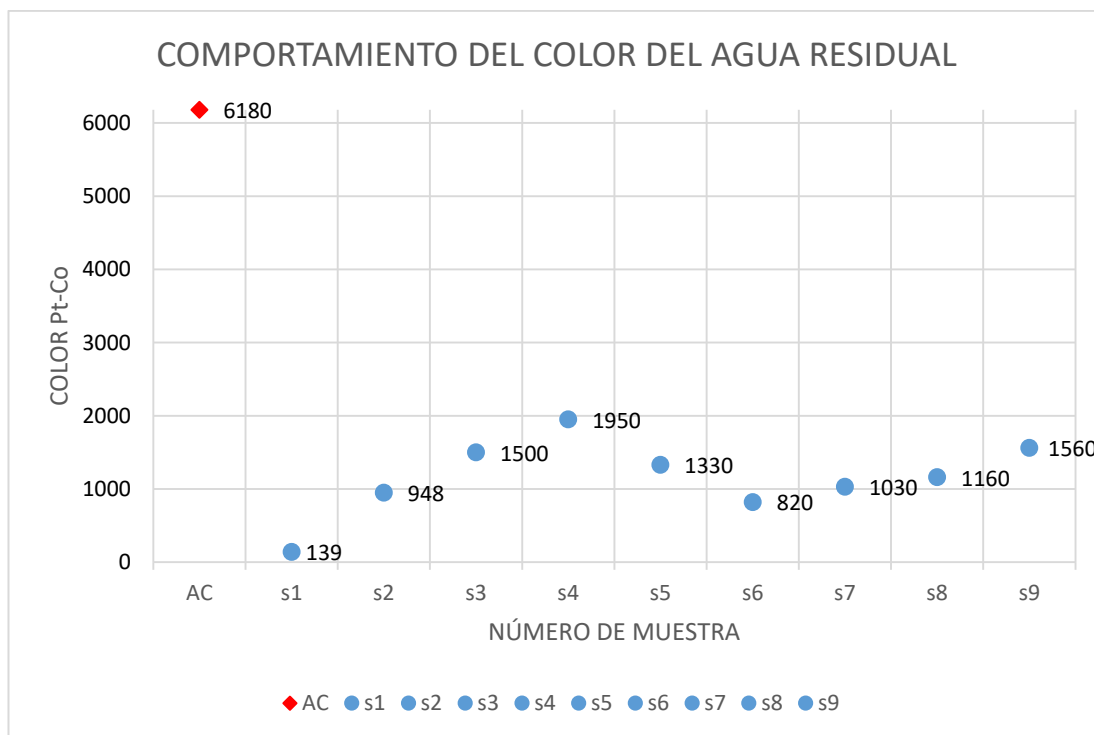


Gráfico 3. Comportamiento del Color del Agua residual.

Fuente: Byron Pazmiño

La gráfica 3. Muestra las unidades de color del agua residual sin tratamiento y luego de pasar a través del biofiltro, la reducción del valor de este parámetro es considerable tomando en cuenta el valor inicial del agua residual. Sin embargo, acerca de este parámetro El TULSMA no especifica un valor base para el control de este parámetro en descargas de aguas residuales al alcantarillado público, como lo hace para la descarga a un cuerpo de agua dulce donde se especifica que el color del agua no debe ser apreciable en una dilución de 1:20 lo cual se consigue con valores menores a 500 unidades de color. Considerando esto al igual que otros criterios para el control de este parámetro empleados por otros países. Como México que considera como aceptables valores de hasta 200 u.c. [23] y Honduras donde se considera que el color del agua residual no debe exceder de un valor de 150 unidades de color.[24] Se considera que

la reducción de color es significativa, sin embargo es necesario reducir aún más el color del agua residual para que esté parámetro caiga dentro de un margen aceptable.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES.

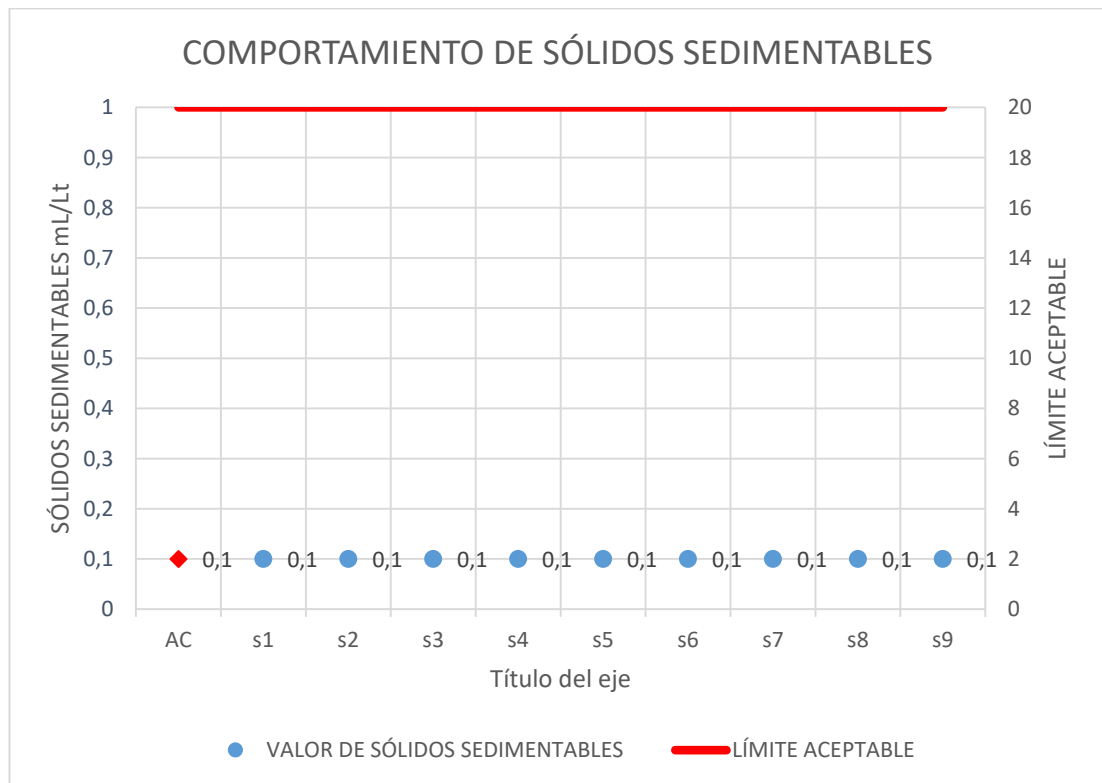


Gráfico 4. Comportamiento de Sólidos Sedimentables.

Fuente: Byron Pazmiño

El gráfico 4 muestra la cantidad de sólidos sedimentables contenidos en el agua residual antes y después de la filtración, sin embargo los resultados de los análisis indican que existe una cantidad mínima de materia sedimentable en el agua residual menor a 0,1 ml/Lt incluso antes de la filtración, cantidad que no representa complicaciones ya que el límite establecido por El TULSMA para este parámetro es de 20 ml/Lt; y en todo caso las partículas apreciables a simple vista en el agua residual son retenidas en el material filtrante al ciento por ciento.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SÓLIDOS TOTALES.

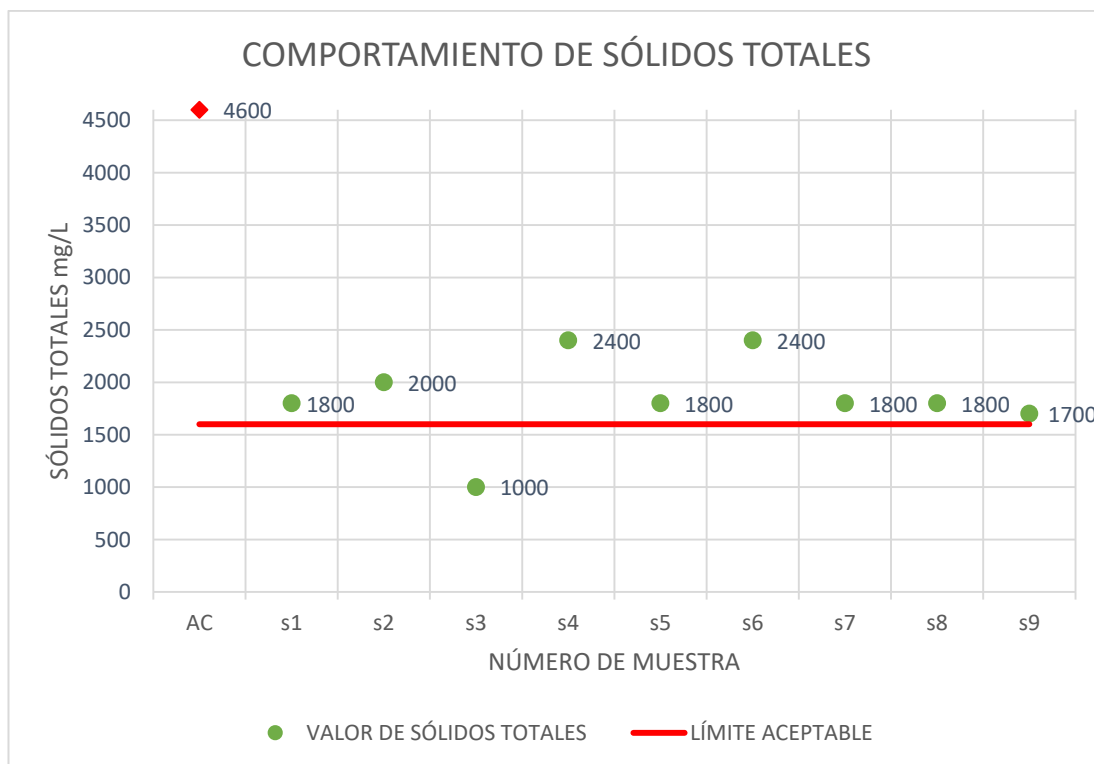


Gráfico 5. Comportamiento de Sólidos Totales.

Fuente: Byron Pazmiño

El gráfico 5, muestra el desempeño del biofiltro en relación a la cantidad de sólidos totales contenidos en el agua residual antes y después de la filtración, llegando a un valor promedio de material de 1816,67 mg/Lt, que comparado con el valor máximo de sólidos totales 4600 mg/Lt representa una reducción del 60,51 % en promedio. Sin embargo El TULSMA establece que la cantidad límite de sólidos en el agua residual no debe sobrepasar los 1600 mg/Lt para poder ser evacuada al sistema de alcantarillado, y como puede observarse los valores de sólidos totales luego de haberse aplicado el proceso de filtración, se encuentran todavía por encima del límite aceptable. Aun así el desempeño del biofiltro puede ser optimizado para reducir más la cantidad de sólidos.[21]

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO.

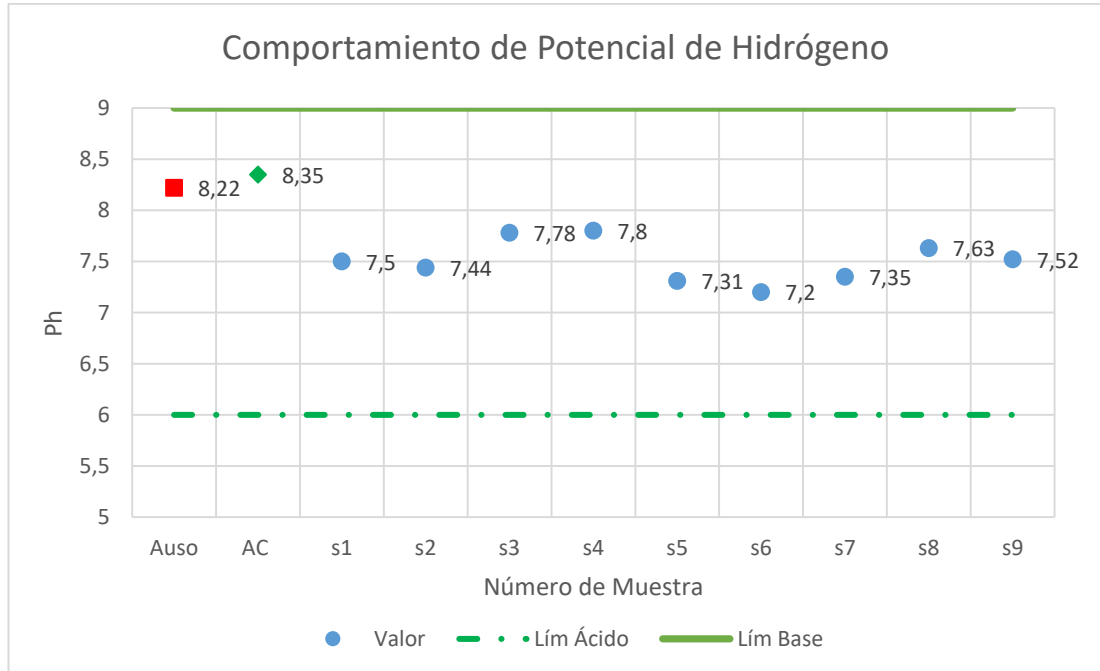


Gráfico 6. Comportamiento del Potencial de Hidrógeno.

Fuente Byron Pazmiño

Como se muestra en el gráfico 6. El nivel máximo de Ph del agua residual no tratada es 8,35. Tal valor se acerca al límite superior correspondiente a un agua de características básicas o alcalinas según la escala de Lauritz Sørensen, sin embargo luego de la filtración los valores descienden a un valor promedio de 7,5, dicho valor se acerca a un valor neutro para el agua, lo que se considera aceptable según los límites especificados por El TULSMA para este parámetro.[25]

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD.

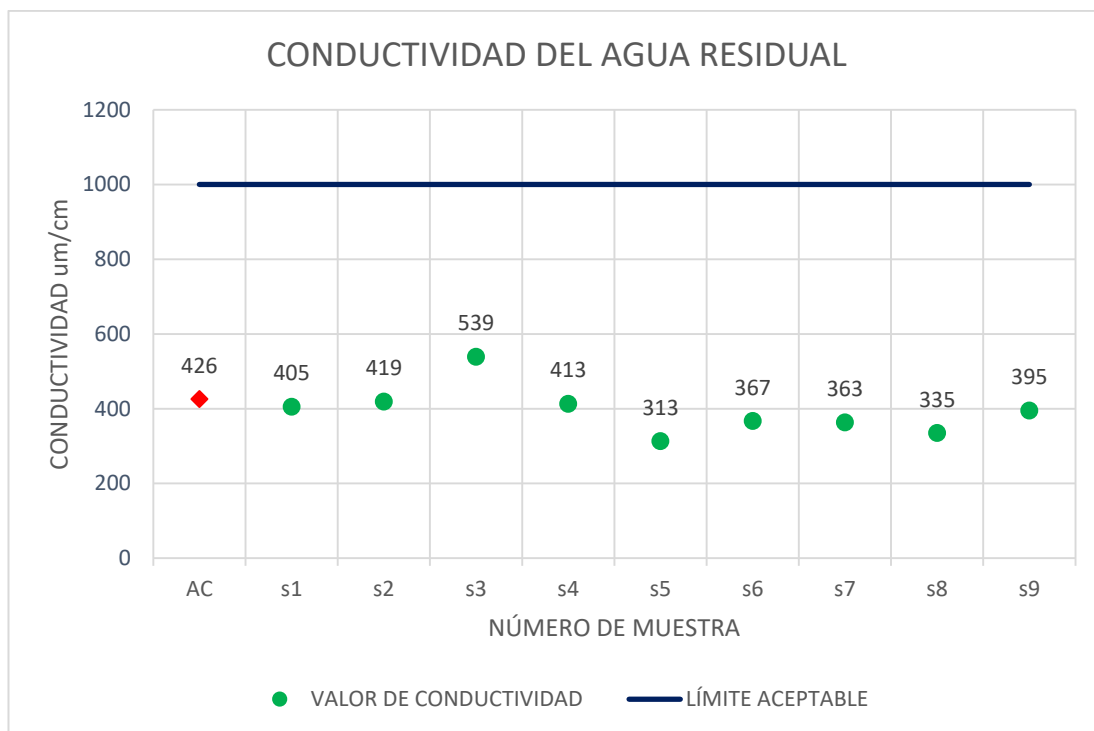


Gráfico 7. Conductividad del Agua Residual.

Fuente Byron Pazmiño

El gráfico 7. Muestra los valores de conductividad del agua residual, lo cual está relacionado con la cantidad de sólidos y sales disueltos en el efluente. Para este parámetro, algunos estudios realizados establecen que la conductividad del agua no debe sobrepasar las 1000  $\mu\text{m/cm}$ , ya que valores superiores a este indican altos contenidos de sales y sólidos disueltos en el agua lo cual es perjudicial para algunas especies acuáticas. Sin embargo para el caso en estudio los valores se encuentran en un promedio de 376,25  $\mu\text{m/cm}$  aproximadamente, lo cual está dentro de los límites planteados.[26]

## CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA ARENA NATURAL.

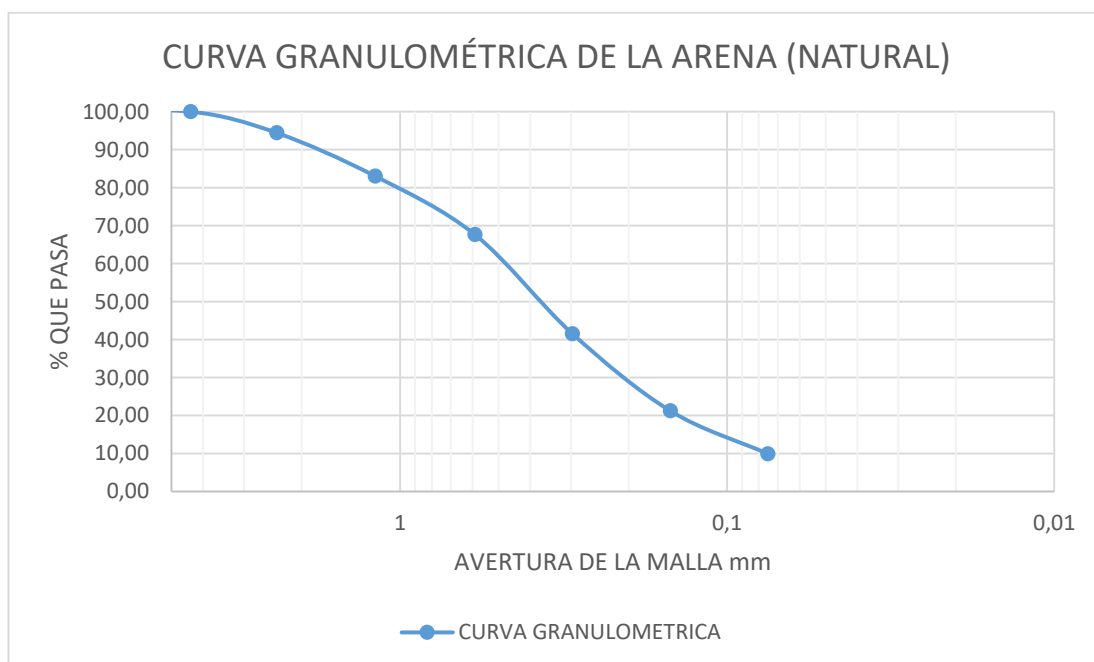


Gráfico 8. Curva Granulométrica de la Arena.

Fuente: Byron Pazmiño

El gráfico 8. Muestra la distribución de los granos de arena en una curva, la cual permite conocer el tamaño y cantidad de partículas de arena tal y como se encuentra en el sitio de la cantera. Como se puede observar la distribución de las partículas muestra que corresponde a una arena bien graduada. Sin embargo para los fines que se dispone se realizó una alteración en la granulometría con el propósito de incrementar la capacidad de filtración. Ya que la cantidad de partículas finas incrementa el tiempo de retención, pero disminuyen la velocidad de filtración.[12]

## CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA ARENA (PREPARADA)

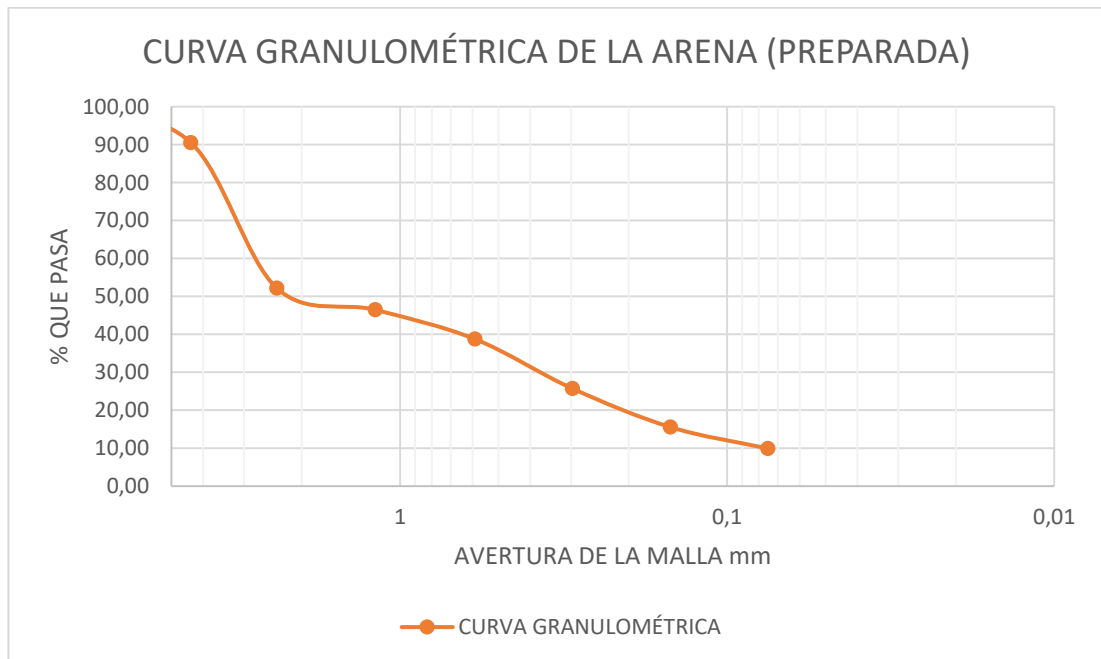



Gráfico 9. Curva Granulométrica de la Arena Preparada.

Fuente: Byron Pazmiño.

El gráfico 9. Muestra la granulometría de la arena que se usó en el proceso de filtración, como se observa se realizó un incremento de partículas gruesas con el fin de proveer de mayores espacios entre las partículas lo cual facilita el flujo de agua a través del lecho filtrante. Con el incremento de partículas gruesas se pretende también reducir el problema de taponamiento prematuro del filtro.



## DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE CONSUMO SEMANAL DE AGUA.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>CAUDAL DE CONSUMO SEMANAL</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		
Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans “Tecnilavado”, de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.		
<b>INVESTIGADOR:</b> Byron Luis Pazmiño Colimba		
<b>TUTOR:</b> Ing. Mg. Daicy Arias		
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.		
<b>OBSERVACIÓN:</b> Agua del sistema de riego Ambato-Huachi-Pelileo		
<b>CAUDAL CONSUMIDO</b>		
<b>FECHA</b>	<b>LECTURA m<sup>3</sup></b>	<b>VOLUMEN DIARIO</b>
Lunes 26 de Junio	1361,6753	--
Martes 27 de Junio	1375,0402	13,3649
Miércoles 28 de Junio	1400,6898	25,6496
Jueves 29 de Junio	1424,8329	24,1431
viernes 30 de Junio	1441,5376	16,7047
Sábado 01 de Julio	1456,6423	15,1047
<b>CAUDAL SEMANAL m<sup>3</sup></b>		<b>94,97</b>

*Tabla 23. Caudal de Consumo Semanal*

*Fuente: Byron Pazmiño.*

La tabla 23. Muestra el caudal consumido diariamente el cual se determinó mediante la diferencia diaria de lecturas del medidor de agua que se implanto en la toma de entrada de agua de la industria. Como se observa el volumen de agua consumido semanalmente es de 94,97 m<sup>3</sup>, que resultan en 379,88 m<sup>3</sup> mensuales y estos a su vez en 1139,64 m<sup>3</sup> durante los 90 días de funcionamiento del biofiltro. Dicho volumen de agua residual generada es realmente considerable, más si se toma en cuenta que la industria en estudio es una industria de pequeña magnitud en comparación con otras existentes.

### **4.3 Verificación de la Hipótesis.**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los análisis realizados y la eficiencia calculada, se comprueba claramente que la hipótesis planteada es verás, ya que la implementación de un filtro biológico de arena de mina si reduce la contaminación del agua residual proveniente de la industria de jeans, en porcentajes del 36,40% de DQO y del 39,63% en promedio de DBO<sub>5</sub>, así como también en otros parámetros analizados.

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

### **5.1 Conclusiones.**

- El monitoreo diario del biofiltro, el cual se ubicó directamente en la planta industria de jeans “Tecnilavado”, permitió también observar y conocer la infraestructura, las fases del proceso y el equipo mediante el cual se efectúa el tinturado de jean.
- El caudal de agua utilizado en los procesos de tinturado de jeans, mismo que es tomado de uno de los canales de riego del sistema Ambato-Huachi-Pelileo haciendo a un volumen de 94,97 m<sup>3</sup> semanales aproximadamente. Teniendo en cuenta que las lecturas se han realizado en un tiempo que se considera de baja producción, el volumen de agua residual generado es realmente considerable, aspecto que resulta preocupante si consideramos que la industria “Tecnilavado” es una industria pequeña ya que cuenta con tres lavadoras de mediano tamaño.
- Como se mostró en el análisis de resultados el valor de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) antes de la filtración está por encima del límite aceptable con un valor de 402,77 mg/lit siendo el máximo aceptable de 250 mg/lit, y después de la filtración desciende a un valor promedio de 170,64 mg/lit, el cual está dentro del margen permitido por El TULSMA. Así también se muestra que la demanda química de oxígeno (DQO) del agua residual sin tratamiento llega a un valor máximo de 634 mg/lit, siendo el límite aceptable de 500 mg/lit, y luego de aplicar el proceso de filtración los valores descienden a un promedio de 372 mg/lit, valor que está por debajo del límite permitido por El TULSMA,

El color de agua tubo un decremento importante luego de la filtración ya que se redujo de un valor máximo de 6180 unidades de color a un valor promedio de 1422 unidades lo que representa una disminución del 77% del color, sin embargo y como se indicó, la reducción de color que se obtuvo, no permite que el efluente filtrado caiga dentro del límite aceptable, pero existen también la posibilidad de mejorar la eficiencia del biofiltro.

- Otros parámetros como los sólidos totales, también muestran una disminución sustancial, los cuales disminuyeron de un contenido máximo de 4600 mg/lit a un valor de 1962,5 mg/lit en promedio, sin embargo este valor se mantiene por encima del límite aceptable establecido por El TULSMA que es de 1600 mg/lit.

El nivel de Ph del agua se vio afectado favorablemente bajando de un máximo de 8,35 a un promedio de 7,5 lo que se considera dentro de los límites establecidos por El TULSMA.

La conductividad del agua residual muestra que existen sustancias disueltas en ella, lo que indica que el agua contiene sólidos y sales disueltas, que por el valor de conductividad promedio obtenido 394  $\mu\text{m}/\text{cm}$  no es considerable ya que está por debajo de los límites aceptables de 1000  $\mu\text{m}/\text{cm}$ .

- En base a los resultados analizados se considera que la disminución de contaminación del agua residual de la industria de jeans, mediante el uso de un filtro biológico de arena de mina es sustancial e importante, por lo que si puede ser utilizada como material filtrante en el tratamiento de este tipo de efluente.

## 5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda trabajar en lo referente a la optimización del sistema de filtración, ya sea mediante el manejo de capas del material o formas para lograr una filtración más rápida, con el propósito de evitar los problemas habituales de taponamiento prematuro, que se presentan por el uso de material fino como lo es la arena.
- Se exhorta en la incorporación de al menos otro material que trabaje en conjunto con el material propuesto, con la finalidad de alcanzar mayor eficiencia en el propósito de descontaminar el agua residual en estudio. Debido a que un solo material puede no tener las características adecuadas para realizar todo el trabajo de descontaminación.
- Finalmente es importante promover la readecuación del laboratorio de química de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, con el fin de poder realizar estudios más profundos que involucren menores costos de realización, ya que el apoyo que se brindó ha sido importante pero no el suficiente y se espera que el avance logrado se siga cultivando.

## MATERIAL DE REFERENCIA

### 1. Bibliografía

- [1] A. Walters, D. Santillo, and P. Johnhston, *El tratamiento de textiles y sus repercusiones ambientales*, vol. 8. 2005.
- [2] Water and Sanitation Program, “Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades,” 2006.
- [3] B. Lesikar and J. Enciso, “Filtro de arena,” p. 14, 2012.
- [4] L. PAZMIÑO, “Evaluación del nivel de eficiencia de un tratamiento primario con un filtro artesanal elaborado con bagazo de caña de azúcar, arena, ladrillo triturado y piedra pómez, para el tratamiento del efluente producido por una lavadora de autos.,” Universidad Técnica de Ambato., 2016.
- [5] G. Chagñay, “Proyecto Lavandería ‘ Pantano Jeans ’ Provincia : Tungurahua Cantón : Pelileo Parroquia : La Matriz,” 2015.
- [6] A. Cortazar, C. Coronel, A. Escalante, and C. González, “Contaminación Generada Por Colorantes De La Industria Textil,” *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, no. Tabla 1. p. 8, 2014.
- [7] N. Chulluncuy, “Tratamiento de Agua para Consumo Humano,” *Ing. Ind.*, no. 29, pp. 153–170, 2011.
- [8] J. Serrano, J. Granados, and L. Avendaño, “Equidad y desarrollo humano sobre la base del acceso al agua Equity and human development on the basis of water access,” *Rev. Medica Electrónica*, 2017.
- [9] F. Moreno, M. Choachí, S. Urrea, and W. Talero, “Tratamiento y reutilización de efluentes textiles combinando tecnologías convencionales con el proceso de oxidación avanzada ( O 3 / H 2 O 2 / UV ),” *Rev. Inven.*, 2015.
- [10] H. D. Mansilla, C. Lizama, A. Gutarra, and J. Rodríguez, “Tratamiento De Residuos Líquidos De La Industria De Celulosa Y Textil.”
- [11] H. E. Sosa D, Viguera J, “La Biofiltración: Una Alternativa Sustentable Para El Tratamiento De Aguas Residuales,” 2014.

- [12] S. Argirakis and A. Ríos, “Biofiltro de arena : Alternativa eco-amigable para la purificación del agua,” *Rev. 360/ No.10/ 2016*, p. 15, 2016.
- [13] H. INSTRUMENTS, “Demanda química de oxígeno y materia orgánica 1.”
- [14] M. Vilaseca, “Eliminación del color de las aguas residuales procedentes de la tintura con colorantes reactivos,” 2015.
- [15] L. Argandoña and R. Macías, “Determinación De Sólidos Totales, Suspendidos, Sedimentados Y Volátiles, En El Efluente De Las Lagunas De Oxidación Situadas En La Parroquia Colón, Cantón Portoviejo, Provincia De Manabí, Durante El Período De Marzo A Septiembre 2013,” 2013.
- [16] E. López, J. Martínez, and J. García, “Determinación de Sólidos Suspendidos Totales ( SST ) y Sólidos Suspendidos Volátiles,” pp. 0–9, 2014.
- [17] L. Cáceres, “Determinación de Sólidos Disueltos Totales en Aguas,” 2013.
- [18] M. Espigares and J. Garcia, “Aguas Residuales. Composición,” *Rev. Medica Electrónica*, 2017.
- [19] G. Solis, A. Villalba, G. Nubes, J. Acosta, and F. Meraz, “Físico-Química Del Agua Superficial Y Sedimento En El Río Santa Cruz , Sonora , México Physical-Chemistry Of Surface Water And Sediment In River Santa Cruz , Sonora , Mexico.,” 2011.
- [20] J. Amado *et al.*, “Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac , Hidalgo , México : Diagnóstico y Predicción,” *Rev. Int. Bot. Exp.*, 2006.
- [21] Ministerio del Ambiente, *Texto Único de Legislación Secundaria Mediambiental*. Quito, Ecuador, 2015, pp. 1–184.
- [22] R. Hernández, C. Fernández, and M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, 6ta edició. México D.F., 2014.
- [23] *Reglamento De Protección Al Ambiente En Materia De Control De Contaminación Del Agua Residual Del Sistema Descentralizado De Agua Potable Y Alcantarillado Para El Municipio De Gómez Palacio, Dgo.* México.
- [24] *Normas Técnicas De Las Descargas De Aguas Residuales A Cuerpos*

*Receptores Y Alcantarillado Sanitario. 1997.*

- [25] M. Velázquez and M. Ordorica, “Ácidos , Bases , pH y Soluciones Reguladoras.” 2009.
- [26] G. G. de E. T. A. AGUA, *Parámetros Organolépticos. .*



## 2. Anexos.

### 2.1. Anexo 1.

#### FOTOGRAFÍAS.



*Ilustración 1. Cubeta de Alojjo.*



*Ilustración 2. Tanque y Estructura de Soporte*



*Ilustración 3. Arena Tamizado Separación de Grava.*

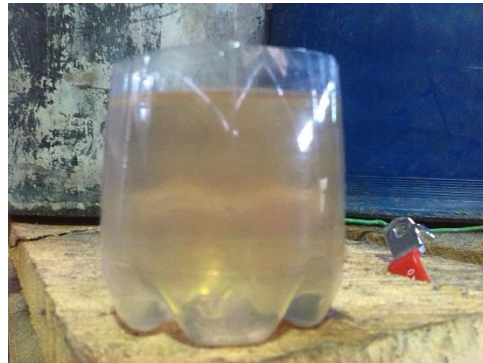


*Ilustración 4. Tamizado de la Arena Separación de Limos y Arcillas.*

## MONITOREO DE OPERACIÓN.



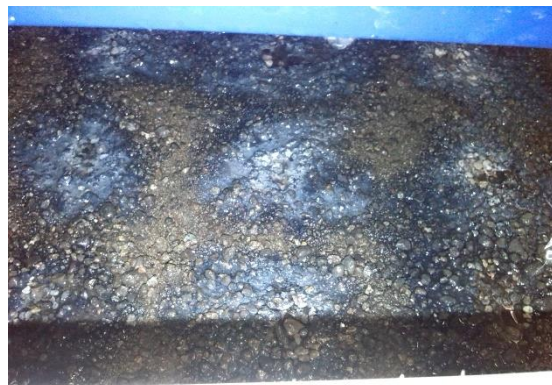
*Ilustración 5. Filtración Primeros 5 Días*



*Ilustración 6. Color del Agua filtrada a los 5 Días*



*Ilustración 7. Llenado de Diario de Tanque*



*Ilustración 8. Características del Material Primeros Días.*



*Ilustración 9. Estado del Material últimos días*

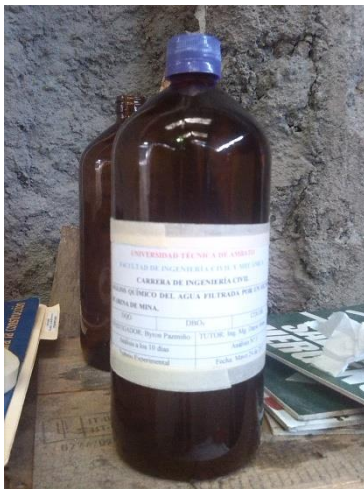




*Ilustración 10. Color del Agua últimos Días*



*Ilustración 11. Color del Agua no filtrada.*



*Ilustración 12. Toma de Muestra*



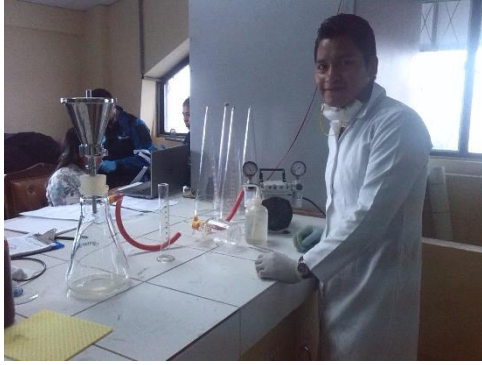
*Ilustración 13. Transporte de Muestra.*



*Ilustración 14. Materia retenida en un filtro de Toldo*



*Ilustración 15. Toma de Lecturas de Consumo de Agua*



*Ilustración 16. Realización de análisis de Sólidos*



*Ilustración 17. Equipo Multiparamétrico Para Medición de Ph, Conductividad, Oxígeno Disuelto*



*Ilustración 18. Lectura de Color en Fotómetro*



## 2.2. Anexo 2.

### Análisis De Muestras

“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”  
[www.lacquanalisis.com](http://www.lacquanalisis.com)

### INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		Versión: 9
	CLIENTE:	----	Pág. 1 de 1
	REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño	Código: REG TEC 018
	DIRECCIÓN:	Cdla. Nuevo Ambato	Fecha formato: 20/03/2017
	TELÉFONO:		NÚMERO DE INFORME:
	CELULAR:	098 841 4798	LACQUA 17-1854
e-mail:	<a href="mailto:byronlp@gmail.com">byronlp@gmail.com</a>		

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

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

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5**	mg/l	50,35	PRO TEC 030 / APHA 5220 B	-----
DQO	mg/l	95	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt-Co	139	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

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

**PERSONAL RESPONSABLE:**

 Ing. María Jose Tapia <b>ANALISTA</b>	 Dr. Harold Jiménez <b>DIRECTOR TECNICO</b>
--	---

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

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

Ilustración 19. Análisis Muestra Semana 1.

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

**INFORME DE RESULTADOS**



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	----
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronipc@gmail.com

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

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	50	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans - Filtrada  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 03 al 12 de julio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 12 de julio de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 03 de julio de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	41,50	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	302	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt-Co	948	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:**

  
 Jng. Marcelo Tirado  
 ANALISTA

  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

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

Ilustración 20. Análisis Muestra Semana 2.



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

[www.lacquanalisis.com](http://www.lacquanalisis.com)

**INFORME DE RESULTADOS**



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	----
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronlpc@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-11932

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans - Filtrada  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 10 al 19 de julio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 19 de julio de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	152,67	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	626	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %

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 Taia  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

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

Ilustración 21. Análisis Muestra Semana 3.



\*Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables

www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronlpc@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-119147

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	50	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans - Filtrada  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 17 al 27 de julio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 27 de julio de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBOS	mg/l	200,73	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	546	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %

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

#### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirodo  
 ANALISTA

Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

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

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

Ilustración 22. Análisis Muestra Semana 4.



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

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronloc@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-11964

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	49	TEM. AMBIENTE(°C):	19
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans - Filtrada  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 24 de julio al 02 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 02 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de julio de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

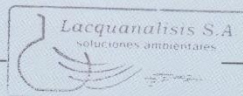
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	88,78	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	485	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

#### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia  
**ANALISTA**



Dr. Harold Jiménez  
**DIRECTOR TECNICO**

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

Ilustración 23. Análisis Muestra Semana 5.

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

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronlpc@gmail.com

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

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	54	TEM. AMBIENTE(°C):	18
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans - Filtrada  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 31 de julio al 09 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 09 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 31 de julio de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

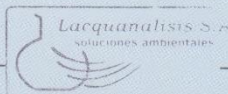
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	148,03	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DOO	mg/l	313	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %

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

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

Ilustración 24. Análisis Muestra Semana 6.



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables  
[www.lacquanalisis.com](http://www.lacquanalisis.com)

**INFORME DE RESULTADOS**



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronlpc@gmail.com

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

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora de Jeans - Filtrada  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 07 al 16 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 16 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 07 de agosto de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

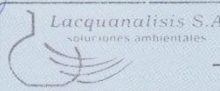
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	152,06	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DOO	mg/l	463	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirado  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

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

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

Ilustración 25. Análisis Muestra Semana 7.

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

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cda. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronlpc@gmail.com

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

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora de Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 14 al 23 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 23 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de agosto de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	190,37	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	339	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

#### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

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

Ilustración 26. Análisis Muestra Semana 8.



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

www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cda. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronipc@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-11998

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Cruda - Lavadora de Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 14 al 23 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 23 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de agosto de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	402,77	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	634	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %

Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

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

#### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia  
ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO

#### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

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

Ilustración 27. Análisis Muestra Agua Residual sin Tratamiento Muestra 1.

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

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdia. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronipc@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   7 - 2   0   1   7

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	47	TEM. AMBIENTE(°C):	21
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora de Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 21 al 30 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 30 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 21 de agosto de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	248,52	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	413	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

#### PERSONAL RESPONSABLE:

  
 Ing. Marcelo Tirado  
 ANALISTA



  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

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

Ilustración 28. Análisis Muestra Semana 9.



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

### INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN N° OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronipc@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   7   2   0   1   8

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	47	TEM. AMBIENTE(°C):	21
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Natural de Riego.  
RESPONSABLE MUESTREGO: Cliente  
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
FECHA DE ANALISIS: Desde el 21 al 30 de agosto de 2017  
FECHA EMISION DE INFORME: 30 de agosto de 2017  
FECHA TOMA DE MUESTRA: 21 de agosto de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBC5*	mg/l	1,30	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO*	mg/l	3	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %

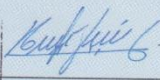
Parámetro acreditado  
\* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

#### PERSONAL RESPONSABLE:

  
Ing. Marcelo Tirado  
ANALISTA



  
Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO

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

Ilustración 29. Análisis de Agua de Uso (Riego).

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

[www.lacquanalisis.com](http://www.lacquanalisis.com)

**INFORME DE RESULTADOS**



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Byron Pazmiño
DIRECCION:	Cdla. Nuevo Ambato
TELEFONO:	
CELULAR:	098 841 4798
e - mail:	byronlpc@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   7   2   0   2   2

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	47	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual. *Croda*  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 22 al 31 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 31 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: (22) de agosto de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	254,82	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	432	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

**PERSONAL RESPONSABLE:**

Ing. María Jose Tapia  
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

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

Ilustración 30. Análisis Agua Residual sin Tratamiento Muestra 2.





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



**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA FICM.**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

Análisis de la arena de mina como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de jeans "Tecnilavado", de la ciudad de Ambato, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

**INVESTIGADOR:** Byron Luis Pazmiño Colimba

**TUTOR:** Ing. Mg. Daicy Arias

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** Parroquia Totoras, Barrio Palagua, Calle 15 De Agosto.

RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 1		Fecha:24-05-2017	
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
COLOR	Unid Pt-Co	139,00	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00	
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00	
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10	
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00	
PH	--	7,50	
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	405,00	

RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 2		Fecha:03-07-2017	
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
COLOR	Unid Pt-Co	948,00	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00	
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1800,00	
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10	
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	2000,00	
PH	--	7,44	
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	419,00	

RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 3		Fecha:10-07-2017	
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
COLOR	Unid Pt-Co	1500,00	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00	
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	800,00	
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10	
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1000,00	
PH	--	7,78	
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	539,00	

RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 4		Fecha:17-07-2017	
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
COLOR	Unid Pt-Co	1950,00	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00	
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	2200,00	
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10	
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	2400,00	




PH	--	7,80
CONDUCTIVIDAD	$\mu$ /cm	413,00
<b>RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 5</b>		Fecha:24-07-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	1330,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00
PH	--	7,31
CONDUCTIVIDAD	$\mu$ /cm	313,00
<b>RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 6</b>		Fecha:31-07-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	820,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	2200,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	2400,00
PH	--	7,20
CONDUCTIVIDAD	$\mu$ /cm	367,00
<b>RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 7</b>		Fecha:07-08-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	1030,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00
PH	--	7,35
CONDUCTIVIDAD	$\mu$ /cm	363,00
<b>RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 8</b>		Fecha:14-08-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	1160,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1600,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1800,00
PH	--	7,63
CONDUCTIVIDAD	$\mu$ /cm	335,00
<b>RESULTADOS ANÁLISIS AGUA RESIDUAL NO FILTRADA MUESTRA 1</b>		Fecha:14-08-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	6180,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	1600,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	3000,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	4600,00
PH	--	8,16





CONDUCTIVIDAD	μ/cm	426,00
<b>RESULTADOS ANÁLISIS SEMANA 9</b>		Fecha:21-08-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	1560,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	1200,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	1400,00
PH	--	7,52
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	395,00
<b>RESULTADOS ANÁLISIS AGUA DE USO (RIEGO)</b>		Fecha:21-08-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	13,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	MENOR A 1,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	MENOR A 5,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	MENOR A 5,00
PH	--	8,24
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	95,10
<b>RESULTADOS ANÁLISIS AGUA RESIDUAL NO FILTRADA MUESTRA 2</b>		Fecha:22-08-2017
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
COLOR	Unid Pt-Co	5900,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/Lt	1200,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/Lt	2400,00
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/Lt	MENOR A 0,10
SÓLIDOS TOTALES	mg/Lt	3600,00
PH	--	7,9
CONDUCTIVIDAD	μ/cm	398,00

  
 Egda. Diana E. Pérez  
 Auxiliar de Laboratorio de Química

## 2.3.Anexo 3.

### Diseño del Biofiltro.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
UPICIC- INGENIERÍA CIVIL



#### FICM -UPICIC -2017



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

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

#### TULSMA

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

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

[1]



Ecuación No. 1

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

MANUAL DE AGUA POTABLE ALANTARILLADO Y SANEAMIENTO - FAFA

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

Parámetro de diseño	Rango de valores como una función del gasto		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0
Tiempo de residencia hidráulica (horas)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga hidráulica superficial (m <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

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

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

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

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

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

**Ecuación 2**

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

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

**TANQUE DE ABASTECIMIENTO – HOMOGENEIZACION**

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

**TANQUE DE 55 GALONES**



**Gráfico 1.** Tanque de 55 galones

55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día

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

Caudal en 24 horas:

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

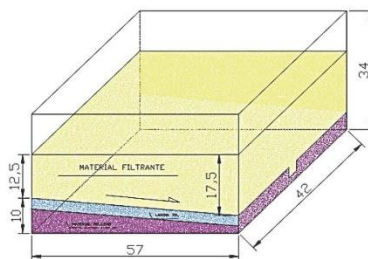
+ 15 gal para garantizar que alrededor de que 1/3 del tanque este lleno, esto para que no se quede sin agua el filtro y no deje de funcionar.

**Ecuación 3**

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

**DIMENSIONES DEL FILTRO**

**MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE**



**Gráfico 2.** Medidas

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Área Trapecio

VT = Volume trapecio

Base = 57 cm

Lado menor = 12,5cm

Lado mayor= 17,5 cm

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

**Ecuación 4**

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

$$VT = 855 \times 42$$

**Ecuación 5**

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

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

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



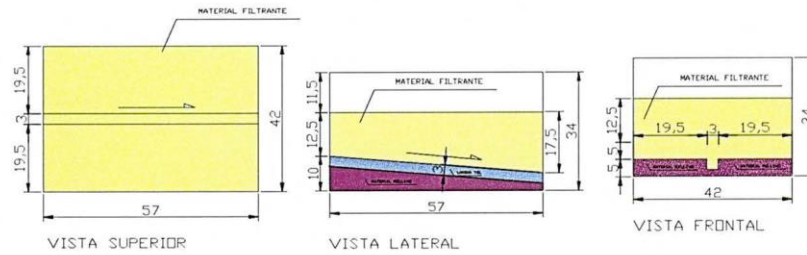
**Gráfico 3.** Guardamovil grande

En cuyo interior está dividido en dos partes:

1. Material filtrante a analizar.

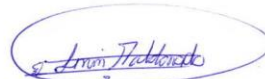


2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto con el material.



**Gráfico 4.** Especificaciones

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



Ing. MEng. Lenin Maldonado

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

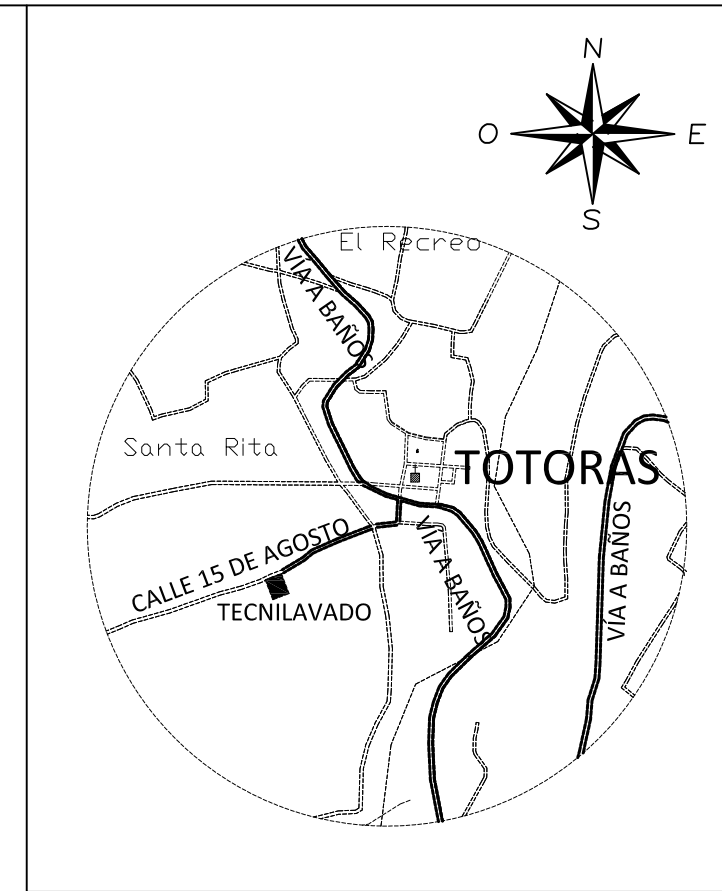
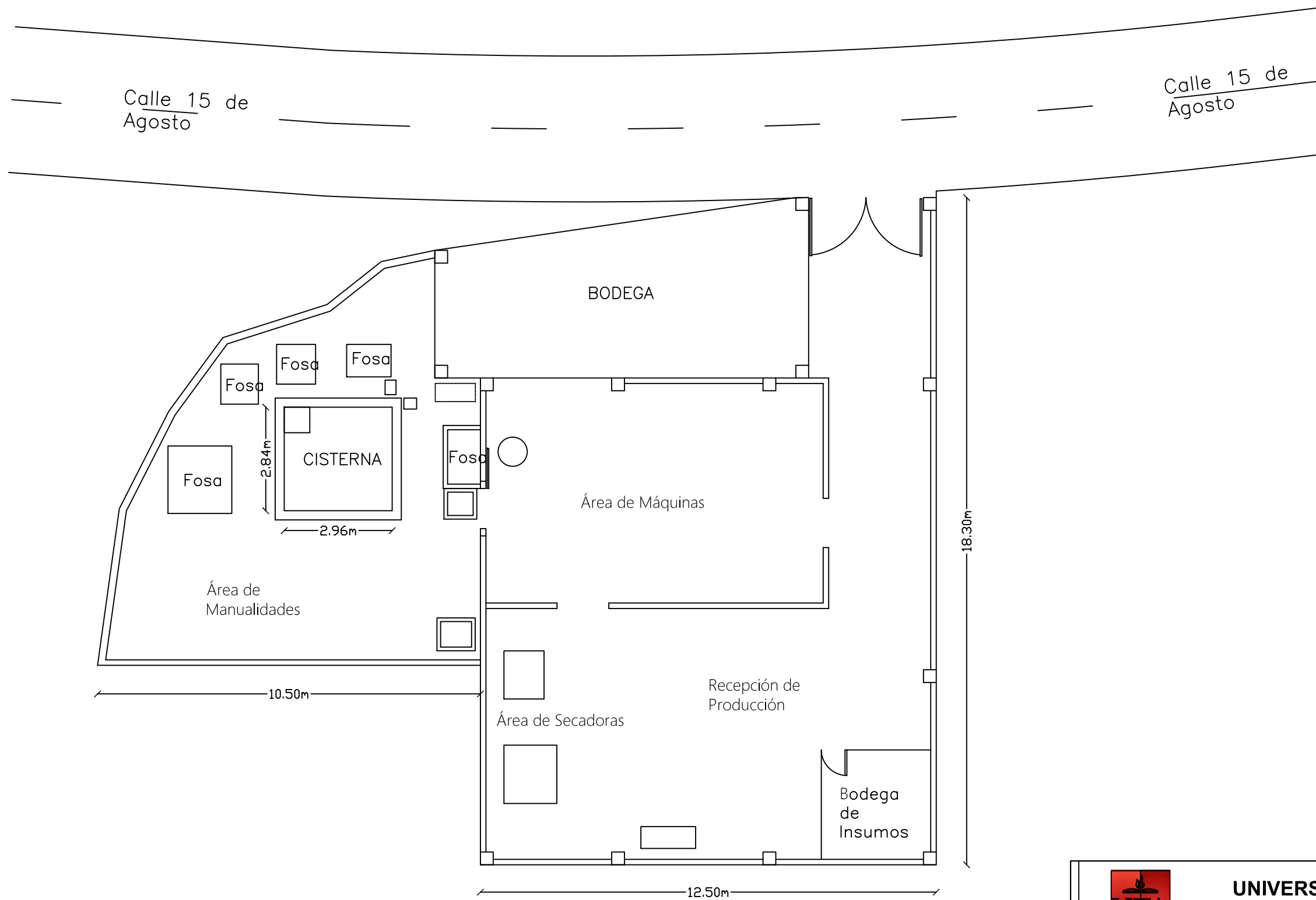



---

## BIBLIOGRAFÍA

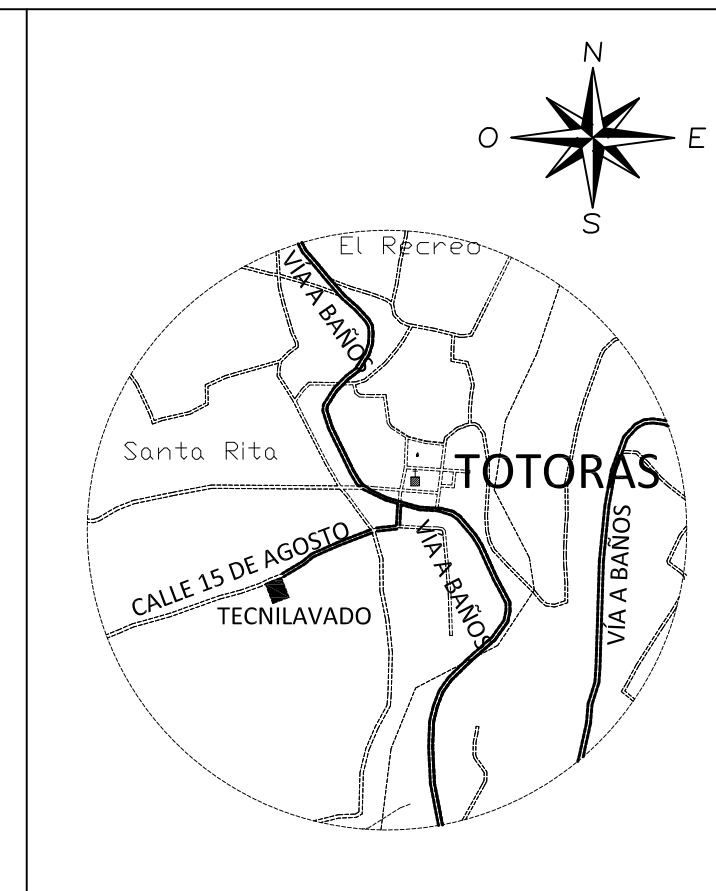
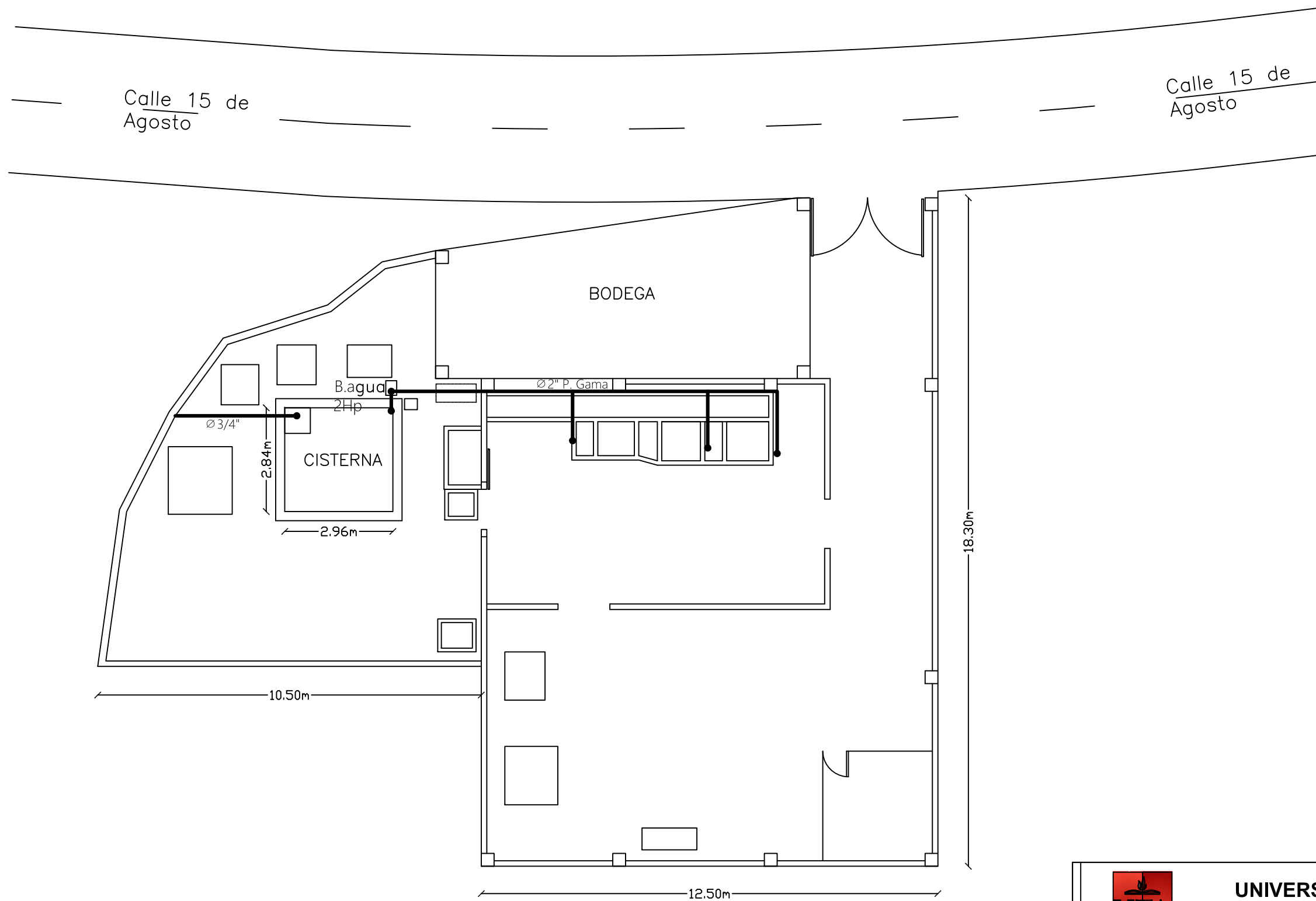
- [1] Comisión Nacional del Agua , Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Mexico: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2015.
- [2] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre miércoles, 2015.


# DISTRIBUCIÓN DE ÁREA PLANTA INDUSTRIAL "TECNILAVADO"



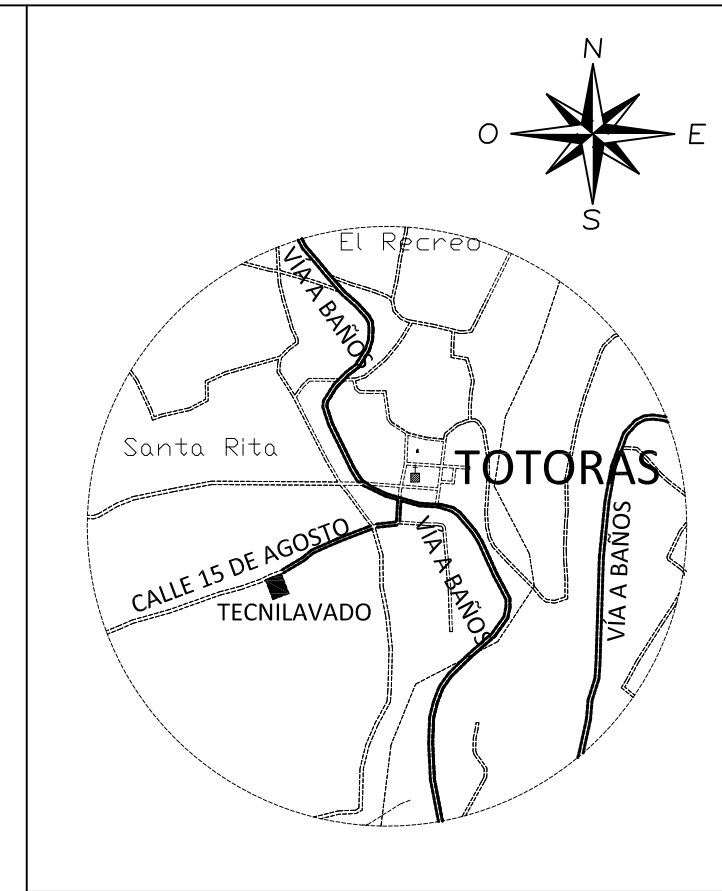
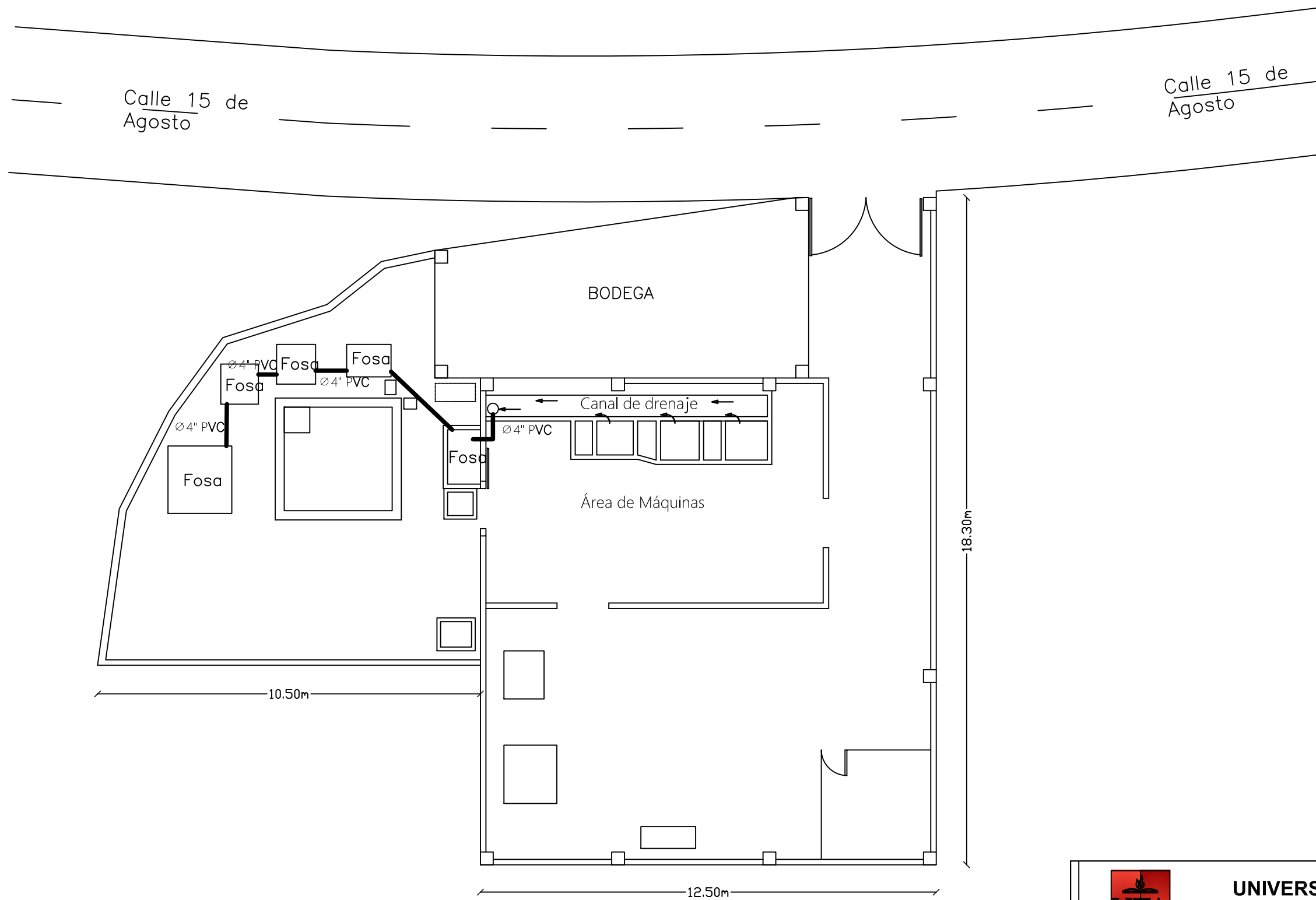
 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
<b>REFERENCIA:</b> _____	<b>CONTIENE:</b> <b><i>DISTRIBUCIÓN DE PLANTA INDUSTRIAL TECNILAVADO</i></b>	<b>ESCALA:</b> <b><i>1:125</i></b>
<b>DIBUJO:</b> <b>BYRON PAZMIÑO</b>		<b>FECHA:</b> <b><i>25-07-2017</i></b>
		<b>HOJA No:</b> <b><i>1/3</i></b>



# INSTALACIONES HIDRAÚLICAS



 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
REFERENCIA:	<b>CONTIENE:</b> <b>INSTALACIONES                  HIDRAULICAS</b>	ESCALA: <b>1:125</b>
DIBUJO:  BYRON PAZMIÑO		FECHA: <b>25-07-2017</b>
		HOJA No: <b>2/3</b>

# TUBERÍAS Y CANALES DE DRENAJE



 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
<b>REFERENCIA:</b> _____	<b>CONTIENE:</b> <b>CANALES Y TUBERIAS DE DRENAJE</b>	<b>ESCALA:</b> <b>1:125</b>
<b>DIBUJO:</b> <b>BYRON PAZMIÑO</b>		<b>FECHA:</b> <b>25-07-2017</b>
		<b>HOJA No:</b> <b>3/3</b>