



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 GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS
DAYANTEX, UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA.”**

AUTOR: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin

TUTOR: Ing. Mg. Dilon Moya

AMBATO-ECUADOR.

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Dilon Moya certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental “ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS DAYANTEX, UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA.” realizado por la Srta. Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin, ex estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente:

Ing. Mg. Dilon Moya

TUTOR

AUTORIA

Yo, Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin, C.I. 020230455-6, ex estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental con el tema: “ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS DAYANTEX, UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”, es de mi completa autoría, a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Atentamente:

Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin

C.I: 020230455-6

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Atentamente:

Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin

C.I: 020230455-6

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

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

Para constancia firman:

Ing. Mg. Alex López

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Geovanny Paredes

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico de manera muy especial a mis padres ya que ellos han sabido guiarme a lo largo de mi vida, en cada paso y en cada tropiezo han estado ahí para siempre llenarme de su amor y apoyo. Me han enseñado que en la vida todo lo que se consigue de manera honesta y con esfuerzo es lo más valioso y lo que más nos llena de satisfacción.

A mis hermanos mayores Edwin y Verónica ya que siempre han tenido una palabra de aliento y un consejo para mí, a pesar de las dificultades siempre han sabido llenar mi vida de luz y esperanza.

A mi hermano Luis por ser mi compañero, mi mejor amigo y mi confidente. Porque de la mano hemos crecido, siempre tratando de hacer lo mejor para orgullecer a nuestros padres. A mi hermana menor Pilar por ser una buena niña, ella hace que yo quiera ser una gran mujer cada día para así ser un buen ejemplo en su vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme bendecido con mi familia que a pesar de las adversidades siempre se han mantenido juntos y llenos de esperanza, agradezco a mis padres y hermanos por siempre apoyarme y guiarme en esta etapa de mi vida.

Agradezco a todo quienes hicieron posible la realización de este trabajo experimental, en especial al Ing. Mg. Dilon Moya; por guiarme con sus conocimientos y consejos académicos.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, por permitirme pertenecer a tan prestigioso centro de enseñanza; a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por brindarme la enseñanza necesaria para mi formación profesional y a todos aquellos excelentes profesores que se interesaron por brindarnos conocimiento a cada uno de los estudiantes.

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

| | |
|--|------|
| PORTADA | I |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | II |
| AUTORIA | III |
| DERECHOS DE AUTOR | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| ÍNDICE GENERAL..... | VIII |
| INDICE DE TABLAS Y FIGURAS | XI |
| RESUMEN EJECUTIVO | XIV |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1 TEMA | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 1.4 OBJETIVOS | 6 |
| 1.4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO | 6 |
| 1.4.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS | 6 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| FUNDAMENTACIÓN | 7 |
| 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 7 |
| 2.1.1 Biofiltración..... | 7 |
| 2.1.1.1 Aplicación..... | 8 |
| 2.1.1.2 Eficiencia | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.1.1.3 Funcionamiento general de la biofiltración..... | 9 |
| 2.1.1.3 Ventajas de la biofiltración..... | 9 |
| 2.1.2 Grava | 9 |
| 2.1.2.1 Obtención de grava..... | 10 |
| 2.1.2.2 Filtración en Grava | 11 |
| 2.1.2.3 Tipos de Filtración en Grava..... | 11 |
| 2.1.3 Agua Residual..... | 12 |
| 2.1.3.1 Aguas residuales industriales..... | 13 |
| 2.1.3.2 Características Químicas..... | 14 |
| 2.1.3.3 Agua residual proveniente del lavado de jeans..... | 16 |
| 2.1.4 Lavado y tinturado del jean..... | 16 |
| 2.1.5 Eficiencia de Remoción..... | 17 |
| 2.1.5.1 Eficiencia de Remoción DQO..... | 17 |
| 2.1.5.1 Eficiencia de Remoción DBO5..... | 17 |
| 2.1.6 El color de las aguas residuales textiles..... | 18 |
| 2.1.6.1 Métodos de eliminación del color convencionales..... | 19 |
| 2.2 HIPÓTESIS..... | 20 |
| 2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES | 20 |
| 2.3.1. Variable Independiente | 20 |
| 2.3.2 Variable Dependiente | 20 |
| CAPÍTULO III | 21 |
| METODOLOGÍA | 21 |
| 3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN | 21 |
| 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA | 22 |
| 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 24 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1 Variable Independiente | 24 |
| 3.3.2 Variable Dependiente | 25 |
| 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | 26 |
| 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS | 27 |
| 3.5.1 Diseño del filtro..... | 28 |
| 3.5.2 Descripción del proceso..... | 36 |
| 3.5.3 Información de la industria..... | 37 |
| 3.5.3.1. Infraestructura de la lavadora y tinturadora | 39 |
| 3.5.3.2. Funcionamiento básico de la lavadora..... | 40 |
| CAPÍTULO IV | 41 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 41 |
| 4.1 Recolección de datos | 41 |
| 4.1.1 Caudales utilizados en la lavadora..... | 43 |
| 4.1.1.1. Caudal de consumo para maquinas lavadoras..... | 43 |
| 4.1.1.2. Requerimiento de Agua en la caldera..... | 43 |
| 4.1.1.3. Requerimiento de Agua en la mezcla química..... | 44 |
| 4.1.1.4. Caudal total ocupado en la industria DAYANTEX..... | 44 |
| 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 45 |
| 4.2.1 Tablas de resultados (Muestra-Parámetros)..... | 45 |
| 4.2.2 Comparación grafica de resultados | 53 |
| 4.2.3 Análisis y cálculo de eficiencia de remoción..... | 55 |
| 4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS..... | 59 |
| CAPÍTULO V | 60 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 60 |
| 5.1 Conclusiones | 60 |

| | |
|--|----|
| 5.2 Recomendaciones | 61 |
| MATERIALES DE REFERENCIA | 62 |
| Bibliografía | 62 |
| Anexos | 65 |
| a.1. Tablas del Límite máximo permisible..... | 66 |
| b.1. Resultados del análisis de laboratorio de las muestras del agua residual..... | 68 |
| c.1. Archivos fotográficos..... | 76 |

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

a. TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Diámetro y espesor del material..... | 12 |
| Tabla 2. Volumen de Agua Residual en la Industria..... | 22 |
| Tabla 3. Volumen de Agua Residual en el filtro..... | 23 |
| Tabla 4. Volumen de Agua Residual Analizada..... | 23 |
| Tabla 5. Operacionalización de Variable independiente | 24 |
| Tabla 6. Operacionalización de Variable dependiente | 25 |
| Tabla 7. Plan de recolección de información | 26 |
| Tabla 8. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post-tratamiento de efluentes de reactores anaerobios..... | 30 |
| Tabla 9. Determinación de la granulometría del material..... | 34 |
| Tabla 10. Determinación de la densidad específica..... | 35 |
| Tabla 11. Cantidad de colorante que se ocupa en el proceso de teñido | 39 |
| Tabla 12. Fechas que se colocó agua en el filtro..... | 41 |
| Tabla 13. Cronograma de recolección de muestras para el análisis..... | 41 |
| Tabla 14. Resumen de parámetros después de la biofiltración vs Límite Máximo..... | 41 |
| Tabla 15. Cuadro comparativo de DQO, posterior a la biofiltración..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Tabla 16. Cuadro comparativo de DBO5, posterior a la biofiltración..... | 42 |
| Tabla 17. Cuadro comparativo de Análisis de color, posterior a la biofiltración..... | 42 |
| Tabla 18. Caudal instantáneo para máquinas de lavado | 43 |
| Tabla 19. Consumo de agua Cadera | 43 |
| Tabla 20. Caudal para el proceso químico..... | 44 |
| Tabla 21. Caudal total requerido en la industria. | 44 |
| Tabla 22. Análisis físico y químico de la Muestra 1 Agua sin filtrar..... | 45 |
| Tabla 23. Análisis físico y químico de la Muestra 1 Agua Filtrada en grava..... | 46 |
| Tabla 24. Análisis físico y químico de la Muestra 2 Agua sin Filtrar..... | 47 |
| Tabla 25. Análisis físico y químico de la Muestra 2 Agua Filtrada en grava..... | 48 |
| Tabla 26. Análisis físico y químico de la Muestra 3 Agua sin Filtrar..... | 49 |
| Tabla 27. Análisis físico y químico de la Muestra 3 Agua Filtrada en grava..... | 50 |
| Tabla 28. Análisis físico y químico de la Muestra 4 Agua sin Filtrar..... | 51 |
| Tabla 29. Análisis físico y químico de la Muestra 4 Agua Filtrada en grava..... | 52 |
| Tabla 30. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DQO)..... | 55 |
| Tabla 31. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DBO5)..... | 56 |
| Tabla 32. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (COLOR)..... | 57 |
| b. GRÁFICAS | |
| Grafico 1. Distribución del consumo mundial de colorantes textiles..... | 18 |
| Gráfico 2. Esquema de funcionamiento del filtro, vista frontal..... | 29 |
| Gráfico 3. Medidas referenciales del filtro..... | 32 |
| Gráfico 4. Curva Granulométrica..... | 33 |
| Gráfico 5. Plano de detalle del filtro de grava, vista frontal..... | 37 |
| Gráfico 6. Ubicación de la Lavandería y Tintorería DAYANTEX..... | 38 |
| Grafico 7. Diagrama del procedimiento que realiza DAYANTEX..... | 40 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 8. Comparación del DQO con el límite máximo permisible..... | 53 |
| Gráfico 9. Comparación del DBO5 con el límite máximo permisible..... | 54 |
| Gráfico 10. Comparación del Color con el límite máximo permisible..... | 54 |
| Gráfico 11. % Eficiencia de Remoción de DQO..... | 55 |
| Gráfico 12. % Eficiencia de Remoción de DBO5..... | 57 |
| Gráfico 13. % Eficiencia de Remoción del Color..... | 58 |

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS DAYANTEX, UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA”.

Autor: Toapanta Yanchaliquin Ana Isabel.

Tutor: Ing. Mg. Dilon Moya.

El presente trabajo experimental tiene como finalidad, evaluar la eficiencia de la grava como material filtrante, para un efluente que vierte la Lavadora y Tinturadora de jeans “DAYANTEX”.

Se realizó un seguimiento durante cuatro semanas en donde se recolectó y se analizó 2 muestras cada cuatro días una antes de la filtración y otra posterior a la misma, los parámetros estudiados fueron: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Color; para conocer la eficiencia de la grava.

Para lo cual se utilizó una estructura metálica para que soporte un tanque con el efluente; se realizó una conexión desde la base del tanque de almacenamiento hasta la flauta de distribución por goteo, para que de esta forma el agua se distribuya sobre toda el área del material filtrante. Además se calculó el volumen real que ocupa la industria y el volumen de agua que se va a filtrar, durante el tiempo estimado.

Con la base de datos, se realizó los análisis y cálculos de la eficiencia de remoción de los contaminantes del agua residual, obteniendo así que los valores máximos de remoción son los siguientes: DQO= 74.47%, DBO5= 74.43%, Color= 51.72% de eficiencia, lo cual permite determinar que la grava ayuda a obtener una reducción considerable en los parámetros tratados. Es así que con este estudio se asegura que la grava puede descontaminar un efluente de una Lavadora y Tinturadora de jeans, manteniendo una óptima eficiencia.

EXECUTIVE SUMMARY

TOPIC: GRAVEL ANALYSIS AS A FILTER IN THE TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER THAT COMES FROM THE “DAYANTEX” A WASHER AND DYEING OF JEANS INDUSTRY LOCATED IN PELILEO, TUNGURAHUA.

Author: Toapanta Yanchaliquin Ana Isabel.

Tutor: Ing. Mg. Dilon Moya

The purpose of this experimental work is to evaluate the efficiency of the gravel as filtering material, for an effluent that comes from the "DAYANTEX" a washer and dyeing of jeans industry.

This study was carried out during four weeks in which two samples were collected and analyzed each four days, one before the filtration and another after the same, the parameters studied were: Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD5) and color, to know the efficiency of the gravel.

For which a metal structure was used to support the effluent; a connection was made from the base of the storage to the drip flute, so that in this way the water is distributed over the entire area of the filtering material. Also the real volume occupied by the industry and the volume of water to be filtered were calculated, for the estimated time.

With the database, I could perform the analysis and calculations of the removal efficiency of wastewater pollutants, getting like this that the maximum values of removal are the following: COD= 74.47%, BOD5= 74.43%, Color= 51.72% of efficiency, which allows to determine that the gravel helps to obtain a considerable reduction in the treated parameters. This study ensures that the gravel can decontaminate an effluent of washer and dyeing of jeans industry, keeping an optimum efficiency.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. TEMA.

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

1.2. ANTECEDENTES

En la presente investigación se ha recopilado información de artículos científicos y tesis de grado, lo que nos ha permitido obtener información relevante de investigaciones y estudios previos sobre, el uso de nuevos mecanismos en el tratamiento de aguas residuales industriales, que nos dará la pauta necesaria para establecer los criterios y encaminar el presente trabajo experimental hacia los objetivos planteados, con lo que se ha hecho referencia lo siguiente:

El agua es tanto un derecho como una responsabilidad, siendo fuente de vida para todos los seres vivos, cuyo valor a más de ser económico es social y ambiental, consumida de diferentes formas por el cuerpo humano, una de ellas a través de los alimentos que ingresan a nuestro organismo.

Para contar con buena salud y altos niveles de energía, el ser humano debe consumir alimentos saludables e higiénicos, empleando para su producción cantidades considerables de agua, empleando un 70% del agua dulce del mundo para riego de cultivos, un 22% para las industrias y solo un 8% para su consumo neto [1]

Las industrias utilizan el agua para desarrollar diferentes actividades dentro de sus competencias, demostrando así que el sector industrial alcanzaría los 1170Km en el 2025, valor que en 1995 era 752Km, demostrando así que el sector industrial consume grandes cantidades de agua, y de la misma forma genera un 80% de

desechos peligrosos en el mundo desalojados en su mayoría a la red de alcantarillado [2].

Es así que se encuentran un sin número de industrias estratégicamente ubicadas a lo largo de Ecuador, sin embargo y debido al tema planteado nos centramos en las industrias de lavado y teñido de prendas que se encuentran en Pelileo, transformando a esta ciudad en la cuna del jean, debido a su ubicación estratégica y al sinnúmero de fuentes hídricas.

La industria textil, es desde hace mucho tiempo, una de las industrias en la cual el agua se consume en grandes cantidades y a su vez su contaminación es alta y no se ha conseguido avanzar mucho en la investigación y el desarrollo de métodos baratos de tratamiento, métodos de los que la industria tiene urgente necesidad para reducir la contaminación que vierte a los ríos. Los residuos textiles son generalmente coloreados, muy alcalinos, con elevada DBO, muchos sólidos en suspensión, y a temperatura elevada, por lo que estos efluentes deben ser previamente tratados para su posterior descarga [3].

Existen tecnologías alternativas de bajo costo para el tratamiento adecuado de aguas residuales que pueden ser manejadas y adoptadas como es el caso del biofiltro. La filtración biológica representa una opción diferente a los procesos fisicoquímicos, tradicionalmente utilizados. Este proceso de biofiltración es uno de los más antiguos que se han aplicado en el tratamiento de aguas para uso urbano, y su objetivo es la separación de partículas y microorganismos, que no han sido retenidos mediante otros procesos.

La implementación de nuevos materiales como reemplazo de aquellos convencionales, ha generado que sea en la actualidad un tema de investigación novedoso. El interés científico que ha recobrado el proceso de filtración, se debe a la utilización de otros materiales para la conformación del lecho filtrante, que son un potente recurso a disposición de la ingeniería, a la hora de presentar una alternativa para diseñar una planta depuradora de aguas residuales [4].

El mejoramiento de dicho proceso a partir de nuevos materiales para la conformación del lecho filtrante genera ventajas, tales como:

- Reducir los niveles de cloro residual.
- Disminuir los gérmenes patógenos del agua hasta en un 100%.
- Este sistema es más económico que los sistemas tradicionales.
- Alta relación entre la superficie disponible y el volumen ocupado por los nuevos materiales del lecho filtrante, eso facilita un mayor rendimiento de los filtros y a la vez, un mejor funcionamiento mecánico.
- Facilidad de operación y mantenimiento, enfatizando poco espacio de ocupación.

El biofiltro es un sistema que imita a los pantanos naturales, donde las aguas residuales se depuran por procesos naturales. Los biofiltros son humedales artificiales de flujo subterráneo, diseñados para maximizar la remoción de los contaminantes que se encuentran en las aguas residuales.

El impacto en el medio ambiente del vertido de las aguas tratadas será menor en la medida que el sistema de tratamiento sea más eficiente en la remoción de contaminantes. El sistema de biofiltro proporciona un efluente que puede ser vertido al ambiente sin causar un impacto negativo apreciable, dada su baja concentración de contaminantes, tal como fue constatado en la planta piloto de Masaya y en otros sistemas de biofiltro construidos en la región centroamericana [5].

La sostenibilidad del servicio de tratamiento de aguas residuales mediante el uso del biofiltro pretende tener un servicio con calidad, lo cual involucra la sostenibilidad social, económica y ambiental. En la actualidad se recalca el cuidado del medio ambiente a nivel mundial, razón por la cual el ser humano debe ser promotor de las políticas ambientales, es así que las industrias de lavado y teñido de prendas de vestir deben contar con una licencia ambiental para su correspondiente funcionamiento, y previo a su obtención deben cumplir con cada parámetro y normativa dispuesta ya sea por el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud, GAD Provincial, SENAGUA, etc.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que la contaminación derivada de aguas residuales industriales en nuestro medio está generalizada, se vio la necesidad de realizar una investigación de la eficiencia de la grava como material filtrante en el tratamiento de aguas residuales provenientes del lavado y tinturado de Jeans.

La filtración se ha utilizado desde el siglo XIX, cuando el proceso de filtración lenta en grava era generalmente el único medio de tratamiento de agua. La filtración tiene la cualidad de separar los agentes patógenos y mejorar la apariencia estética del agua. Un lecho filtrante es un potente recurso a disposición de la ingeniería, a la hora de presentar una alternativa para diseñar una planta depuradora de aguas residuales. La biofiltración está pasando por un renacimiento, debido a que recientemente se ha demostrado que mejora la calidad microbiológica del agua [6].

A nivel mundial esta tecnología se la puede encontrar comúnmente en países con un alto desarrollo industrial, como es el caso de los europeos y Norte americanos, ya que en estos países está muy desarrollado el uso de fuentes alternativas de tratamientos de aguas residuales con materiales orgánicos, y se ha demostrado su alta eficiencia en el tratamiento de aguas residuales industriales [7].

En América Latina, sólo el 13.7% de las aguas residuales recolectadas son tratadas en sistemas de tratamiento antes de descargarse en los ambientes acuáticos o usarse en riego agrícola. Además de perjudicar la salud de la población, este hecho impide reutilizar el recurso hídrico. La situación se torna mucho más crítica en las pequeñas ciudades y comunidades, donde la agricultura es una de las actividades tradicionales y las aguas residuales sin tratamiento son utilizadas para fines de riego. A ello hay que agregar que los remanentes son conducidos a los ríos más próximos, lo que ocasiona la contaminación de la cuenca [8].

En América los biofiltros comenzaron a ser utilizados por el año de 1996, con la construcción de plantas piloto las cuales muestran la eficiencia, los avances y los desafíos de una tecnología de este tipo. Los biofiltros son diseñados para maximizar la remoción de los contaminantes que se encuentran en las aguas residuales con el afán de mejorar las condiciones de salud y bienestar de la población beneficiaria [9].

Actualmente en el Ecuador las fábricas de jeans han logrado un gran impacto, pero a pesar de que esta industria proporciona una serie de beneficios para la competitividad y sostenibilidad de la economía también ha desencadenado en un serio problema ambiental relacionado con la contaminación de sus aguas residuales. Por décadas ningún tratamiento ha sido demandado por la población o autoridades, pero las políticas han cambiado en los últimos años, ahora se requiere que todo efluente de agua residual tenga un tratamiento mínimo para que no cause una preocupante contaminación ambiental [10].

Uno de los filtros más ampliamente utilizado para remover sólidos suspendidos es el filtro de grava y se le llama así precisamente porque es un lecho de grava el que retiene las partículas suspendidas en el agua. Con la experimentación del filtro, se pretende realizar un tratamiento primario de los contaminantes para cumplir con las normas exigidas por la legislación ambiental ecuatoriana, se espera que el resultado genere un impacto positivo directo al medio ambiente y que la información obtenida sea de ayuda para las lavadoras de jeans [11].

Las aguas residuales industriales presentan una gran cantidad de contaminantes que afectan el desarrollo natural de los ecosistemas. En las lavadoras de jeans no se está dando un buen manejo y una adecuada disposición final a los residuos que se generan, por lo cual se pretende implementar un sistema de biofiltro que ayude a minimizar la contaminación y que las aguas residuales se depuren por procesos naturales. Con este sistema se busca mejorar el funcionamiento y la eficiencia de las aguas residuales provenientes de la lavadora y tinturadora de jeans “DAYANTEX”.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Analizar la grava como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora Y Tinturadora De Jeans “DAYANTEX”, ubicada en el Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la Lavadora Y Tinturadora De Jeans “DAYANTEX”, ubicada en el Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la Lavadora Y Tinturadora De Jeans “DAYANTEX”, ubicada en el Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua.
- Monitorear las características de biodegradabilidad DBO5, DQO y COLOR de las aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans, en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la grava puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. BIOFILTRACIÓN

Es el proceso que, mediante el uso de materiales de filtración biológicos o derivados de materia biodegradable, permite la depuración de aguas residuales provenientes de diferentes actividades industriales, domésticas, etc. Se define como un sistema de lechos de distintos materiales, donde se verterán de una manera intermitente o continua las aguas residuales. Al descargar por el lecho del material granular, el efluente entra en contacto con películas de limo biológico, el cual se genera sobre la superficie del material, manteniendo al lecho en condiciones aeróbicas por medio del flujo de aire.

La eficiencia del sistema de filtración Biológica puede variar entre un 60 y 85%, lo cual dependerá de las características que posea las aguas residuales. Logrando adicionalmente que el costo de inversión y de operación sean bajos, lo que ocasiona que cada vez sea más atractiva esta tecnología [12].

El efluente, aguas servidas o residuos líquidos orgánicos, es rociado en la superficie del biofiltro y escurre por el medio filtrante quedando retenida la materia orgánica, la cual es consumida por la actividad microbológica, oxidándola y degradándola [13]. El diseño de los biofiltros es muy variable, pueden ser sistemas cerrados o abiertos, de uno o múltiples lechos de soporte.

Esta tecnología se caracteriza por su sencillez de tratamiento y su independencia de tratamientos previos, así como la no necesidad de adicionar nutrientes, coagulantes, floculantes u otro aditivo. Solo requiere que el afluente llegue con características tales que permita la existencia de organismos vivos, entre ellos pH no inferior a 4,5 y no mayor a 8.

El efluente pasa por el medio filtrante reteniéndose los materiales orgánicos mediante los siguientes mecanismos principales: Filtración pasiva, Adsorción, Absorción e Intercambio iónico [14].

2.1.1.1. APLICACIÓN DE LA BIOFILTRACIÓN.

Los biofiltración se pueden aplicar en:

- Aguas servidas domiciliarias.
- Aplicaciones individuales como en escuelas, unifamiliar, conjuntos habitacionales.
- Tratamiento de efluentes industriales orgánicos sector agroindustrial.
- Se han registrado aplicaciones y estudio en efluentes provenientes de petroquímicas e industria textil.

2.1.1.2. EFICIENCIA DE LA BIOFILTRACIÓN.

Un ejemplo destacable acerca del tema es el que realizó el Instituto Mexicano de Tecnologías del agua (IMTA), el cual desarrollo un sistema de biofiltración para tratamiento de agua residual municipal, con capacidad de 1.5 lt/s, en Cuentepec, Temixco, la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (CEAMA) de Morelos y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) [15]. En donde se obtuvo las siguientes eficiencias:

En efluentes Agroindustriales:

- Coliformes Fecales: 99%
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): 99%
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): 96%
- Sólidos Suspendidos Totales (SST): 99%
- Nitrógeno Total: 90%

En efluentes provenientes de industria Petroquímica:

- Aceites y Grasas: 68 -90%

- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) sobre el 99%

En efluentes coloreados provenientes del rubro textil:

- Color verdadero: 90%
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): 99%

2.1.1.3. FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA BIOFILTRACIÓN

El biofiltro se compone de 3 fases:

- Una fase sólida: un material granular (arcilla expandida, diámetro de 2 a 6 mm) ejerce la función de refuerzo de la proliferación bacteriana. Dicho soporte granular debe poseer una retícula micro porosa considerable para la obtención de una superficie específica elevada, debe ser resistente a la abrasión y debe retener las partículas [16].
- Una fase líquida: las aguas que se han de depurar.
- Una fase gaseosa: la insuflación de aire en la masa filtrante, necesaria para la degradación aeróbica de la materia orgánica.

2.1.1.4. VENTAJAS DE LA BIOFILTRACIÓN [17].

- Sistema Ecológico que permite el reusó de las aguas tratadas.
- Sistema modular muy flexible.
- Alta eficiencia en el tratamiento de sólidos y líquidos orgánicos.
- Eliminación de agentes patógenos sin necesidad de etapa posterior de cloración.
- Bajos costos de operación, mantención y limpieza.
- No requiere suministro de oxígeno, el diseño contempla la aireación natural.
- No requiere usuarios expertos.

2.1.2. GRAVA

Las gravas están formadas por los fragmentos de roca redondeados que han resistido

sin disgregarse el proceso de erosión, transporte y sedimentación. Por tanto serán los elementos más resistentes de las rocas de que proceden. El tamaño de estos fragmentos está comprendido entre los tamices # 8 – 2 $\frac{1}{2}$ " (que son de 2- 64 mm de diámetro respectivamente). Las más comunes son las gravas silíceas y las gravas calizas.

Las gravas silíceas son duras y resistentes, formadas por cuarzo que ocupa el puesto 7 en la escala de Mohs. Son muy apreciadas como áridos para hormigones y mezclas asfálticas, si bien en estas últimas hay que tener en cuenta el carácter electronegativo de la sílice.

Las gravas cálcicas, son más blandas que las silíceas. La calcita ocupa el puesto número 3 en la escala de Mohs, y suele tener una resistencia menor, se utilizan también como áridos para hormigones y mezclas asfálticas, teniendo buena adhesividad con cementos y sobre todo con los ligantes bituminosos. Su baja dureza no permite utilizarlas como árido exclusivo en las mezclas asfálticas para capas de rodadura, pues se pulen fácilmente, dando firmes resbaladizos [18].

Además de esta utilidad, las gravas limpias se utilizan en las capas de filtro en las presas de materiales sueltos. Como rellenos estructurales por su buen comportamiento con una ligera compactación y como rellenos en zanjas drenantes.

2.1.2.1. OBTENCIÓN DE GRAVA.

Como fuente de abastecimiento se pueden distinguir las siguientes situaciones:

- Bancos de sedimentación: son los bancos construidos artificialmente para embancar el material fino o grueso que arrastran los ríos.
- Cauce de río: corresponde a la extracción desde el lecho del río, en donde se encuentra material arrastrado por el escurrimiento de las aguas.
- Pozos secos: zonas de antiguos rellenos aluviales en valles cercanos a ríos.
- Canteras: es la explotación de los mantos rocosos o formaciones geológicas, donde los materiales se extraen usualmente desde cerros mediante explosivos [19].

2.1.2.2. FILTRACIÓN EN GRAVA

La filtración en medios granulares, es la forma más económica y eficiente de separar sólidos suspendidos que no son removidos por sedimentación. El filtro más ampliamente usado para remover sólidos suspendidos es el filtro de grava y se le llama así precisamente porque es un lecho de grava el que retiene las partículas suspendidas en el agua [20]. El mecanismo de remoción de estos sólidos es de diferente naturaleza, en el proceso intervienen fuerzas de cohesión entre el material formado y las partículas en suspensión.

En este tipo de filtros, el agua fluye a través de un lecho de grava o arena. Las propiedades del medio, causan que el agua tome caminos erráticos y largos trayectos, lo cual incrementa la probabilidad de que el sólido tenga contacto con otras partículas suspendidas, y con el medio formado en la superficie del gránulo de grava o arena, siendo de esta manera retenido entre el material filtrante.

2.1.2.3. TIPOS DE FILTRACIÓN EN GRAVA

En forma general los filtros se clasifican en filtros de gravedad o filtros lentos y filtros a presión o filtros rápidos.

- **Filtros lentos o de gravedad:** Un filtro lento es aquel que tiene un lecho de grava y arena y el agua fluye a través de este lecho por el solo efecto o acción de la gravedad y por tal motivo se les conoce también como filtros de gravedad. La velocidad de filtración en este tipo de filtros es muy lenta, por lo que se requiere de una gran área o superficie de filtración para un flujo determinado [21].

Para caracterizar un filtro y conocer sus dimensiones para un flujo o gasto de agua determinado se emplea la relación Gasto/Área o Q/A. Para un filtro lento o de gravedad se emplea una relación Q/A de 0.6 a 6 LPM/mt² (litros por minuto por metro cuadrado) [22]. El valor de diseño seleccionado finalmente dependerá de factores como: la disponibilidad de terreno, presupuesto o recursos disponibles, calidad deseada del agua tratada, características del agua a filtrar, etc.

- **Filtro rápido o filtro a presión:** El filtro a presión es similar a un filtro de gravedad en lo referente al empleo de diferentes capas de grava y arena, disponiendo la arena fina en la parte superior del filtro y la grava más gruesa en la parte inferior

del mismo. También, el flujo de agua es descendente y se distribuye desde la parte superior del filtro, y el efluente o agua filtrada es colectada en un arreglo de tuberías o colectores en el fondo del filtro. En este tipo de filtro se pueden manejar relaciones Q/A de entre 80 y 120 LPM/mt², lo cual significa que con un área de filtración muy reducida se pueden manejar grandes volúmenes de agua [23].

La diferencia entre estos dos tipos de filtro es que mientras que en el filtro lento el agua fluye por gravedad, en un filtro rápido el agua es forzada a fluir a través de las diferentes capas de material filtrante por presión de una bomba.

En un filtro estándar de grava y arena una sugerencia de cómo se puede tener el material filtrante es la siguiente:

Tabla 1. Diámetro y espesor del material

| TIPO DE MATERIAL | DIAMETRO (PULGADAS) | ESPESOR (PULGADAS) |
|------------------|---------------------|--------------------|
| Grava Gruesa | 1½ | 8 |
| Grava Mediana | 1 | 4 |
| Grava Fina | 3/8 | 4 |
| Gravilla | ¼ | 4 |
| Arena Fina | 0.55 a 0.45 mm | 20 a 24 |

Fuente: Boletín Técnico AG-009, Artículo técnico Carbotenia, Agosto 2007.

2.1.3. AGUA RESIDUAL

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y microorganismos [24]. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas domésticas y urbanas, y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, cuando no son tratadas adecuadamente traen un grave problema de contaminación.

Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

- **Aguas residuales domésticas o aguas negras:** proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

- **Aguas blancas:** pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración.
- **Aguas residuales industriales:** proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.
- **Aguas residuales agrícolas:** procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo.

2.1.3.1. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Los efluentes industriales deben su diversidad a los procesos de los que proceden, y, en función de ellos, pueden tener una composición más o menos constante, o estar sujeta a variaciones cualitativas y cuantitativas considerables, según los horarios de funcionamiento de las industrias, la demanda del mercado o la posible influencia estacional en la producción [25]. Los componentes de dichos vertidos se pueden clasificar, según los métodos de tratamiento, en:

Elementos insolubles separables físicamente:

- **Materias grasas flotantes:** grasas, hidrocarburos, alquitranes, aceites. Estas sustancias provocan olor y sabor desagradables, ensucian las instalaciones de tratamiento, y pueden producir la muerte de peces por asfixia, al recubrir las branquias, y de gran variedad de algas e insectos acuáticos.
- **Materias sólidas en suspensión:** arenas, óxidos, hidróxidos, pigmentos, azufre coloidal, látex, fibras, etc. Pueden requerir coagulación-floculación para ser eliminadas.
- **Elementos orgánicos separables por adsorción:** colorantes, detergentes, compuestos macromoleculares diversos y compuestos fenolados.

Elementos separables por precipitación:

- Metales: hierro, cobre, zinc, níquel, berilio, titanio, aluminio, plomo, mercurio y cromo, precipitables en un rango determinado de pH. Estos metales pueden llegar a estar implicados en ciclos bioquímicos complejos.
- Sulfitos, fosfatos, sulfatos y fluoruros: pueden ser precipitados por adición de determinados cationes.

2.1.3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS [26].

Materia Orgánica

Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y el 40% de los sólidos filtrables de un agua residual son de naturaleza orgánica. Los compuestos orgánicos se forman por las combinaciones de carbono, hidrógeno, oxígeno en presencia de nitrógeno y en pocos casos pueden estar también presentes el azufre, fósforo y hierro. Los componentes orgánicos constituyen las proteínas (40-60%), carbohidratos (25-50%), grasas y aceites (8-12%).

Grasas y Aceites

Se define como sustancias solubles en hexano, cuando el ensayo se realiza por extracción con hexano. Los aceites y grasas de origen vegetal y animal son comúnmente biodegradables y, aún en forma emulsificada, pueden tratarse en plantas de tratamiento biológico, sin embargo, cargas altas de grasas como las provenientes de mataderos, frigoríficos, lavanderías y otras industrias causan serios problemas de mantenimiento en las plantas de tratamiento.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas. La DBO es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras.

La oxidación bioquímica es un proceso lento que requiere, matemáticamente, un tiempo infinito para su culminación.

Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general dicromato de potasio, en un medio ácido y a alta temperatura.

La DQO es útil como parámetro de concentración orgánica en aguas residuales industriales o municipales tóxicas a la vida biológica y se puede realizar solo en tres horas.

Oxígeno disuelto

Gas de baja solubilidad en el agua, requerido para la vida acuática aerobia. La solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces oscila entre 7 mg/L a 35 grados centígrados y 14,6 mg/L a 0 grados centígrados para presión de 1 atm. La baja disponibilidad de oxígeno disuelto limita la capacidad auto purificadora de los cuerpos de agua y hace necesario el tratamiento de las aguas residuales para su disposición en ríos y embalses. La concentración de saturación de OD es función de la temperatura, de la presión atmosférica y de la salinidad del agua.

La determinación de OD es el fundamento del cálculo de la DBO y de la valoración de las condiciones de aerobividad del agua. En general todo proceso aerobio requiere una concentración de OD mayor de 0,5 mg/L. El suministro de oxígeno y las concentraciones de OD en tratamientos biológicos aerobios y aguas receptoras de aguas residuales son aspectos de la mayor importancia en el diseño, operación y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Detergentes

Los detergentes, agentes tenso activos, son compuestos constituidos por moléculas orgánicas grandes, polares, solubles en agua y aceites, que tienen la propiedad de disminuir la tensión superficial de los líquidos en los que se hallan disueltos.

Cloruros

Son comunes en aguas residuales pues la contribución diaria por persona es 6 a 9 gramos. Concentraciones altas pueden causar problemas de calidad del agua para riego y de sabor en aguas para reúso. En aguas residuales domésticas crudas la concentración de cloruros oscila entre 30 y 200 mg/L. Los cloruros interfieren en el ensayo de la DQO, los cloruros en concentraciones mayores a 15.000 mg/L son considerados tóxicos para el tratamiento biológico convencional [26].

2.1.3.3. AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL LAVADO DE JEANS

La industria textil es una de las industrias más consumistas de agua, ya que requiere un promedio de 80 litros de agua por prenda procesada [27], esto se ve reflejado en la gran generación de agua residual. El impacto ambiental de sus efluentes líquidos es alto, por la gran variedad de materias primas, reactivos y sustancias químicas tóxicas utilizadas en el proceso de producción.

Los procesos de la industria textil no liberan grandes cantidades de metales, sin embargo, aun las pequeñas concentraciones involucradas pueden producir acumulación en los tejidos de animales acuáticos. El mayor aporte de la carga orgánica proveniente de la etapa del desengomado que aporta alrededor del 50% del total de la DBO [28].

2.1.4. LAVADO Y TINTURADO DEL JEAN

El proceso de lavado y tinturado en forma artesanal está definido por una serie de actividades en cada una de las cuales se tiene entradas y salidas, el consumo de agua es importante, ya que es el medio adecuado para la efectividad de este servicio, sin embargo el agua del proceso sale con una gran cantidad de contaminantes sean éstos partículas en suspensión, residuos de sustancias químicas, detergentes, residuos sólidos, colorantes etc.

El trabajo de las lavanderías industriales empieza con la recepción de las prendas crudas o tipo jean donde se las examina con el fin de detectar y eliminar los posibles defectos de la prenda antes de ser enviada a proceso de lavado. Los pantalones son ingresados en las lavadoras industriales donde su tiempo de permanencia dependerá del tipo de acabado que se requiera para lo cual se debe

inspeccionar cada determinado tiempo y observar que el desgaste sea el adecuado, además, se debe verificar si el detergente y enjuague son óptimos.

El proceso en sí pasa por varias etapas que son el desengomado para eliminar las posibles gomas de las prendas y que penetre bien los colores en la etapa de teñido. Seguido se le añade una base para combatir las grasas y las prendas queden crudas para un mejor teñido. También se le agrega un peróxido para oxidar toda sustancia química resultante.

Para dar los últimos pasos del proceso se realiza el teñido, en caso de ser requerido, y se aplica suavizantes para darle un acabado de excelente calidad.

Finalmente se lleva el jean a una centrifugadora para escurrir la humedad y separar los sólidos o residuos de las prendas, se secan para eliminar la humedad que haya quedado y se los plancha a presión.

2.1.5. EFICIENCIA DE REMOCIÓN.

La eficiencia de un sistema de filtración está determinada de acuerdo al grado de remoción de los contaminantes que se encuentran presentes en el agua residual. Se debe considerar los valores de contaminantes previo a la biofiltración y posterior a esta, y así determinar en qué porcentaje disminuye las cargas contaminantes del parámetro a considerar. Se debe considerar que la eficiencia es un buen parámetro para establecer los criterios necesarios, para así determinar cuan bueno es un sistema de tratamiento [29].

2.1.5.1 EFICIENCIA DE REMOCIÓN DQO [30].

Para determinar la eficiencia de la demanda química de oxígeno se debe considerar el valor de la demanda química de oxígeno antes de la biofiltración y posterior a la biofiltración, se la debe calcular con la siguiente formula:

$$EF = \left(\frac{DQOe - DQOs}{DQOe} \right) * 100$$

Donde;

EF= eficiencia de filtración (%).

DQO_e= Demanda química de Oxígeno previa a la biofiltración.

DQO_s= Demanda química de Oxígeno posterior a la biofiltración.

2.1.5.2 EFICIENCIA DE REMOCIÓN DBO₅.

$$EF = \left(\frac{DBO_{5e} - DBO_{5s}}{DBO_{5e}} \right) * 100$$

Dónde:

EF= eficiencia de filtración (%).

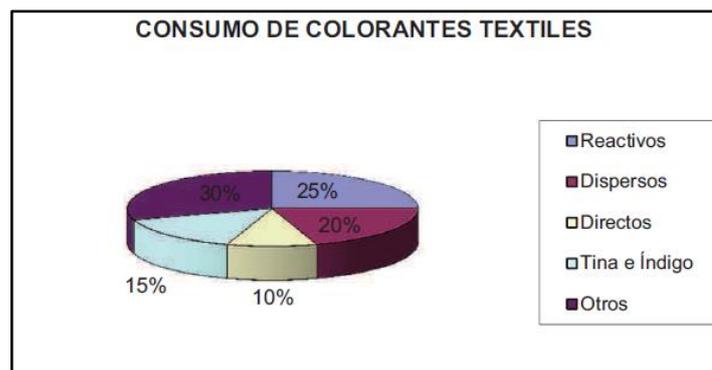
DBO_{5e}= Demanda bioquímica de Oxígeno previo a la biofiltración

DBO_{5s}= Demanda bioquímica de Oxígeno posterior a la biofiltración.

2.1.6. EL COLOR DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES

En 2007 la producción mundial de colorantes se estimaba en 800.000 toneladas anuales [31], los colorantes textiles pueden ser reactivos, dispersos, directos, tina e índigo y otros donde destaca que los colorantes reactivos representan un 25% del mercado mundial, porcentaje únicamente superado por los colorantes dispersos [32].

Gráfico 1. Distribución del consumo mundial de colorantes textiles.



Fuente: López-Grimau, V. (2007) Decoloració electroquímica reutilització d'efluents de tintura amb colorants reactius. Thesis dissertation, UPC-Barcelona Tech, Barcelona, Spain).

La mayoría de los colorantes tienen un grado de agotamiento limitado, lo que significa que una parte del colorante añadido no queda fijado a la fibra y va a parar a las aguas residuales aportando cierta coloración a las mismas. El porcentaje de fijación depende del tipo de colorante, siendo los colorantes reactivos los que tienen

un agotamiento más bajo. La coloración residual de los efluentes es uno de los principales problemas ambientales de la industria textil [33].

Los colorantes modernos ofrecen una gran resistencia a la degradación química y fotoquímica. Los fabricantes de colorantes investigan constantemente la obtención de colorantes textiles con matices más brillantes y con mayores solidez a la luz, al agua, al jabón, etc. [34] Sin embargo, todos estos esfuerzos destinados a facilitar la aplicación y la conservación de los colorantes sobre el producto textil, dificultan su eliminación de las aguas residuales. La gran estabilidad de los colorantes hace que no sean degradados en las plantas de tratamiento biológico bajo condiciones anaerobias y que los efluentes sigan coloreados al abandonar la depuradora.

2.1.6.1. MÉTODOS DE ELIMINACIÓN DEL COLOR CONVENCIONALES.

La respuesta de las diferentes clases de colorantes a los tratamientos de depuración no es uniforme. Los que son insolubles al agua (dispersos, tina, sulfurosos, etc.) se eliminarán en una etapa primaria de coagulación y decantación, mientras los más solubles pasarán al tratamiento biológico. A pesar de no ser biodegradables (aeróbicamente), una parte de estos quedaran retenidos por un mecanismo de "bioeliminación", que consiste en la adsorción del colorante a la biomasa y su posterior eliminación en la deposición del fango [35].

Algunos tipos de colorantes son muy poco adsorbidos por la biomasa. Así, los colorantes reactivos sólo son retenidos en un 10% de media (llegando a máximos del 30%). En todo caso, una reducción importante del color después de un proceso biológico únicamente es posible si se aplican tratamientos terciarios bastante costosos. Existe un número importante de técnicas específicas destinadas a la eliminación del color de las aguas residuales [36]. De todas ellas, las que más ampliamente se han utilizado en la industria textil hasta el momento son:

- Coagulación-floculación.
- Adsorción con carbón activo.
- Tecnologías de membrana.
- Tratamiento con ozono.

2.2 HIPÓTESIS.

2.2.1. Hipótesis Nula.

La elaboración de un filtro a base de grava no contribuirá con la disminución de los parámetros contaminantes presentes en el efluente generado por la lavadora y tinturadora de jeans “DAYANTEX”.

2.2.2. Hipótesis Alternativa.

El empleo de grava como material filtrante disminuirá los niveles de contaminación del agua residual generado por la lavadora y tinturadora de jeans “DAYANTEX”, previo a la descarga en el sistema de alcantarillado

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.

2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

Filtro biológico.

2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

Reducción en los parámetros requeridos para el descargo de efluente generado por una lavadora de jeans.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

- Investigación Exploratoria.

Son las investigaciones que pretenden darnos una visión general, de tipo aproximado, respecto a una determinada realidad. Este tipo de investigación se realiza cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido.

En nuestro trabajo este tipo de investigación aplicamos con el fin de obtener un primer conocimiento de la situación actual y después hacer un análisis con los resultados obtenidos de la eficiencia, para tratar aguas residuales provenientes del lavado jeans mediante el uso de grava.

- Investigación Descriptiva.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos o cualquier fenómeno que sea sometido a análisis. Al igual que la investigación que hemos descrito anteriormente, puede servir de base para investigaciones que requieran un mayor nivel de profundidad, se puede aplicar para identificar los efectos que tiene la grava para el tratamiento del agua residual proveniente del lavado de Jeans.

- Investigación de Laboratorio.

El trabajo de laboratorio es una recopilación de datos primarios y secundarios en un laboratorio y no en el terreno de los hechos, es un método propio para el enunciado de hipótesis y construcción de modelos.

Esta investigación se desarrolla en un lugar establecido, con la finalidad de un correcto seguimiento y control sobre el funcionamiento del filtro biológico.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población para la siguiente investigación estará representada por el volumen de agua residual que ocupa la industria, en función del tiempo y según las condiciones conocidas de operación de la lavandería. Para lo cual interviene el número de máquinas que tiene la industria y la cantidad de ropa que lavan al día, de esta manera se pudo calcular la cantidad de agua que ocupa a la semana.

Tabla 2. Volumen de Agua Residual en la Industria.

| Día | Peso de la máquina | Relacion de agua | A*B | # de items (proceso) | C*D | H2O ocupado en el enjuague | E+F | # de repeticion al día | G*H | # de maquinas | I*J | TOTAL VAR | POR 4 SEMANAS DE ENSAYO |
|---|--------------------|------------------|---------|----------------------|---------|----------------------------|---------|------------------------|---------|---------------|---------|-----------|-------------------------|
| | A (kg) | B (1:7) | C (lbs) | D | E (lbs) | F | G (lbs) | H | I (lbs) | J | K (lbs) | (lbs) | |
| MARTES | 50 | 7 | 350 | 5 | 1750 | 5600 | 7350 | 2 | 14700 | 6 | 88200 | 123480 | 493920 |
| | 30 | 7 | 210 | 5 | 1050 | 3360 | 4410 | 2 | 8820 | 3 | 26460 | | |
| | 15 | 7 | 105 | 5 | 525 | 1680 | 2205 | 2 | 4410 | 2 | 8820 | | |
| MIERCOLES | 50 | 7 | 350 | 5 | 1750 | 5600 | 7350 | 4 | 29400 | 6 | 176400 | 246960 | 987840 |
| | 30 | 7 | 210 | 5 | 1050 | 3360 | 4410 | 4 | 17640 | 3 | 52920 | | |
| | 15 | 7 | 105 | 5 | 525 | 1680 | 2205 | 4 | 8820 | 2 | 17640 | | |
| JUEVES | 50 | 7 | 350 | 6 | 2100 | 7000 | 9100 | 4 | 36400 | 6 | 218400 | 347200 | 1388800 |
| | 30 | 7 | 210 | 5 | 1050 | 3360 | 4410 | 4 | 17640 | 3 | 52920 | | |
| | 15 | 7 | 105 | 5 | 525 | 1680 | 2205 | 4 | 8820 | 2 | 17640 | | |
| | 80 | 7 | 560 | 6 | 3360 | 11200 | 14560 | 4 | 58240 | 1 | 58240 | | |
| VIERNES | 50 | 7 | 350 | 6 | 2100 | 7000 | 9100 | 4 | 36400 | 6 | 218400 | 380800 | 1523200 |
| | 30 | 7 | 210 | 7 | 1470 | 5040 | 6510 | 4 | 26040 | 3 | 78120 | | |
| | 15 | 7 | 105 | 7 | 735 | 2520 | 3255 | 4 | 13020 | 2 | 26040 | | |
| | 80 | 7 | 560 | 6 | 3360 | 11200 | 14560 | 4 | 58240 | 1 | 58240 | | |
| VOLUMEN TOTAL DE AGUA RESIDUAL QUE OCUPA LA INDUSTRIA EN LAS CUATRO SEMANAS DE ENSAYO (lbs) | | | | | | | | | | | | 4393760 | |
| CAUDAL MEDIO DE LA INDUSTRIA (lbs/seg) | | | | | | | | | | | | 3.18 | |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

3.2.2. Muestra.

3.2.2.1. Muestra Filtrada

La muestra es un subconjunto que representa la población, en este caso se va a tomar un valor de 0.05% del volumen real de la industria para colocarlo en el filtro.

Tabla 3. Volumen de Agua Residual en el filtro.

| CANTIDAD DE AGUA RESIDUAL COLOCADA EN EL FILTRO | | | | |
|---|-----------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Día | TOTAL VAR (gal) | Porcentaje a utilizar 0,05% | Agua en el filtro (gal) | Por 4 semanas de ensayo |
| MARTES | 32623.51 | 0.0005 | 16.3 | 65.2 |
| MIERCOLES | 65247.03 | 0.0005 | 32.6 | 130.5 |
| JUEVES | 91730.52 | 0.0005 | 45.9 | 183.5 |
| VIERNES | 100607.66 | 0.0005 | 50.3 | 201.2 |
| VOLUMEN TOTAL EN LAS 4 SEMANAS (gal) | | | | 580.4 |
| VOLUMEN TOTAL EN LAS 4 SEMANAS (lts) | | | | 2196.88 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

El volumen total de agua tratada en el filtro en 4 semanas es 580.4 gal, los días que se van a tomar las muestras son los viernes, una muestra de agua sin filtrar y una muestra del agua filtrada, esto se realizará durante 4 semanas y así se podrá determinar la eficiencia de la grava como material filtrante.

3.2.2.2. Muestra analizada

Tabla 4. Volumen de Agua Residual Analizada.

| MUESTRA LLEVADA AL LABORATORIO | |
|--------------------------------|----------------|
| FECHA: | CANTIDAD (lts) |
| 08/12/2017 | 2 |
| 15/12/2017 | 2 |
| 22/12/2017 | 2 |
| 29/12/2017 | 2 |
| TOTAL | 8 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.3.1. Variable Independiente.

- Filtro biológico.

Tabla 5. Operacionalización de Variable Independiente.

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍTEMS | TÉCNICA E INSTRUMENTOS |
|---|--------------------|-----------------------|--|--|
| Un filtro biológico es ejecutado a escala, además posee un sistema de lecho en el cual se coloca un material orgánico o biodegradable que actúa de material filtrante, sobre el cual se vierte el agua residual de manera intermitente, con la finalidad de mejorar la calidad del agua y de esa manera pueda regresar a un cauce natural, sin el riesgo de contaminar el medio ambiente. | Material filtrante | Grava | ¿Diámetro y/o dimensiones del material filtrante? | - Ensayo de granulometría -Tabla de chequeo |
| | | Filtración | ¿Cuál es el Tiempo de Retención Hidráulica estimado? | -Observación de campo - Cuaderno de notas |
| | Calidad de Agua | Parámetros de calidad | ¿Cumple con la Normativa vigente, en razón de la descarga? | -Análisis de laboratorio -Norma TULSMA |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

3.3.2. Variable Dependiente.

- Reducción en los parámetros requeridos para la descarga de efluente generado por una lavadora de jeans.

Tabla 6. Operacionalización de Variable Dependiente.

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍTEMS | TÉCNICA E INSTRUMENTOS |
|--|-------------|---------------------------|--|---|
| En el caso de cualquier Industria en el que se use agua para realizar sus diversos procesos correspondientes a su fin, deben cumplir con un tratamiento para las aguas residuales y así garantizar los parámetros requeridos según el TULSMA, en la descarga de efluentes. | Parámetros | - DBO - DQO - Color | ¿Cuál es el nivel de remoción por parámetro? | -Análisis de Laboratorio -Tabla de chequeo |
| | Efluente | Industria Textil | ¿Qué caudal produce diariamente? | -Cuaderno de notas |
| | | | ¿Qué sustancias son desechadas en el efluente? | -Cuaderno de notas -Observación de campo |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 7. Plan de recolección de información.

| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN |
|-------------------------|--|
| 1. ¿Para qué? | Dar un aporte a la comunidad sobre nuevos métodos para el tratamiento de aguas residuales provenientes del lavado de jeans. |
| 2. ¿Qué evaluar? | -Analizar la eficiencia en el tratamiento de agua residual proveniente del lavado de Jeans, con la grava como material filtrante. -Establecer parámetros de diseño, mediante la biofiltración en grava, para aguas residuales provenientes del lavado de Jeans. |
| 3. ¿De qué objetos? | - Agua residual proveniente del lavado de Jeans. |
| 4. ¿Sobre qué aspectos? | -Los valores permisibles de los parámetros que se deben considerar en el efluente de descarga, según el TULSMA (DQO, DBO5, Color). |
| 5. ¿Quién? | - Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin. - Ing. Dilon Moya |
| 6. ¿Dónde? | En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato. |
| 7. ¿Cómo y con qué? | - Mediante ensayos de laboratorio análisis físicos-químicos (DBO, DQO5), y del color de las aguas residuales provenientes del lavado de Jeans. - Investigación bibliográfica en artículos científicos e investigaciones previas. |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Se procederá a detallar paso a paso como se va a obtener las respuestas y resultados, estableciendo el siguiente plan:

- Se realizará una encuesta para determinar así el volumen diario de agua que consumen en realizar el proceso de lavado y tinturado de prendas y de esta manera identificar cuáles son los días de mayor producción, ya que con esta información se podrá realizar la toma de muestras de una manera más adecuada.
- La información anterior nos permite conocer el volumen real que gasta la lavandería al día, por lo cual se colocará en el filtro el 0.05% del gasto real diariamente para poder obtener un resultado que se acerque a la realidad de esta industria.
- Una vez determinados los días en que se va a tomar las muestras, se deberá tener en cuenta que debemos tomar una muestra antes del filtrado para determinar los parámetros de agua residual antes de la biofiltración.
- Se procederá a tomar el agua residual de la lavadora, se filtrará en un tiempo no mayor a una hora, para no variar las características.
- Se determinará la coloración antes del biofiltrado, y posterior al biofiltrado para establecer la eficiencia en el cambio de color del agua residual luego de la biofiltración.
- Después del biofiltrado se tomará una muestra con un volumen lo suficientemente adecuado para que se puedan realizar los análisis, se considerará 1 litro como volumen de muestra.
- Mediante una base de datos con los resultados de laboratorio obtenidos se procederá a realizar los análisis correspondientes para determinar la eficiencia de remoción para cada parámetro en análisis.
- También se realizará una representación gráfica de los valores obtenidos en los análisis de los parámetros del agua.
- Finalmente se realizará la comprobación de la hipótesis desarrollada.

3.5.1. DISEÑO DEL FILTRO

- Estructuración del filtro

A continuación se describirá cada parte que compone la estructura del filtro:

- Tanque de almacenamiento de Agua Residual

El tanque de almacenamiento que se utilizó tiene una capacidad de más de 200 litros, el tanque es de plástico y es soportado por una base de tablonos de madera.

- Tablonos de madera

Los tablonos de madera brindan soporte al tanque de almacenamiento, la madera que se utilizó es de eucalipto, por la exigencia de la carga que va a producir el tanque de almacenamiento se utilizó 3 tablonos.

- Conexiones con llave de control de caudal

Las conexiones se realizaron desde la base del tanque de almacenamiento hasta la flauta de distribución por goteo. Para que de esta forma el funcionamiento del filtro sea continuo en el tiempo.

- Estructura Metálica

La estructura metálica brinda soporte al tanque de almacenamiento, a los tablonos y forma parte de la estructura y funcionamiento del filtro.

- Sistema de flauta para distribución por goteo.

Este sistema consta de varios agujeros y se coloca en la parte inferior de la tubería de conexión, el propósito de estos agujeros es generar goteo sobre toda el área del material filtrante, esta función se complementa con la lata de distribución.

- Lata de distribución

La lata de distribución posee varios agujeros que permiten que el agua fluya a través de todo el material filtrante, utilizando esta acción de goteo combinado con el efecto de goteo que proporciona la flauta de distribución se obtiene un mejor resultado.

- Agua residual sin tratar

El agua residual sin tratar llega al material filtrante por medio de la lata de distribución para ser filtrada en la grava.

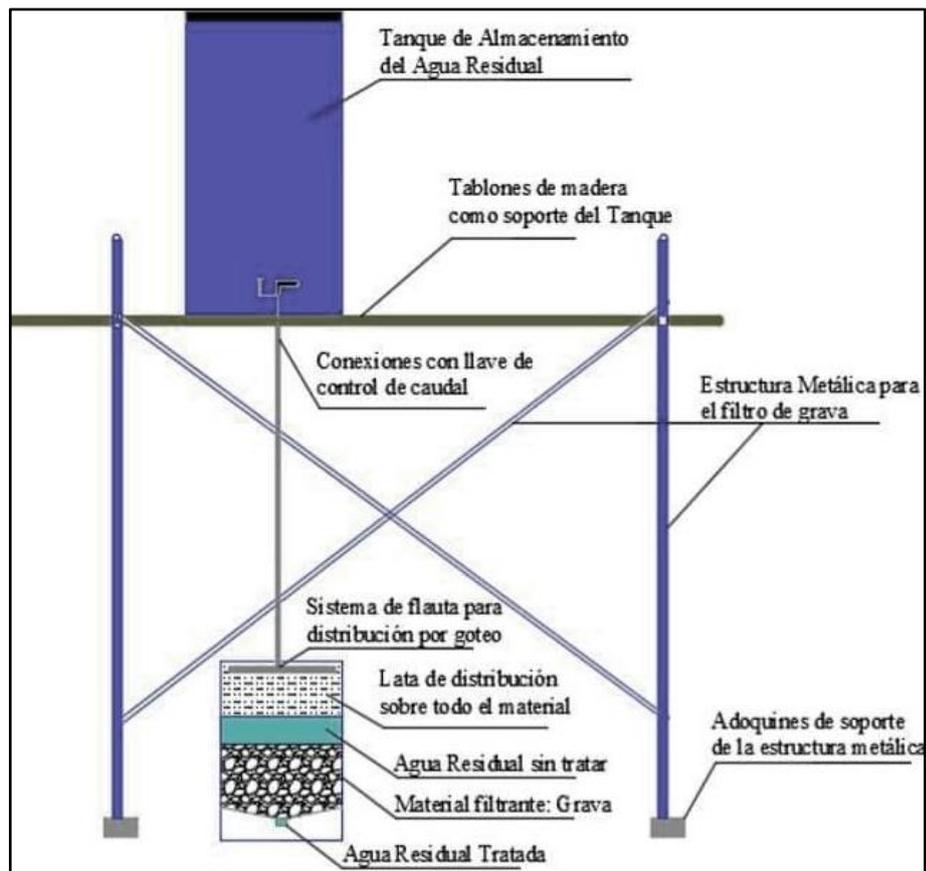
- Material filtrante

El material filtrante es grava y tiene como función principal reducir la contaminación presente en el agua residual proveniente del proceso de lavado y tinturado de jeans.

- Agua residual tratada

El agua residual tratada en el filtro de grava sale a través de un sistema de evacuación que se encuentra en la parte inferior del filtro.

Gráfico 2. Esquema de funcionamiento del filtro, vista frontal.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- 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 Anaeróbicos de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaeróbicos 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 o en un prototipo.

Los valores de TRH recomendados por el TULSMA para el diseño de filtros considera dos casos especiales, el primero cuando cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante y 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.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}} = 333.33 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5.55 \text{ horas}$$

Tabla 8. 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 resistencia Hidráulica (horas) | 5 a 10 | 4 a 8 | 3 a 6 |
| Carga hidráulica superficial (m ² /m ³ /d) | 6 a 10 | 8 a 12 | 10 a 15 |
| Carga orgánica volumétrica (kgDBO/m ³ d) | 0.15 a 0.50 | 0.15 a 0.50 | 0.15 a 0.50 |
| Carga orgánica en el medio filtrante (kg DBO/m ³ d) | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 |

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007.

Se ha elegido el uso de un TRH= FAF= 5-10 horas correspondiente a un gasto promedio. Por factibilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 litros 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 de un valor de 5.55 horas como se realizó anteriormente.

$$Q = \frac{35 \text{ lt}}{5.55 \text{ horas}} = 6.30 \frac{\text{lt}}{\text{horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 0.105 \text{ lt/min}$$

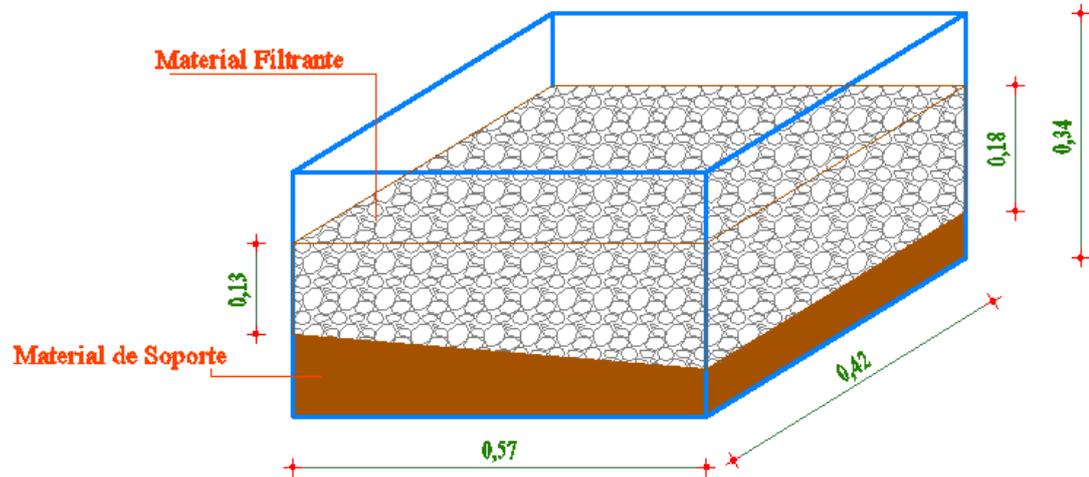
Se ha considerado valores de TRHs de alrededor de 5 horas, que se encuentran en el rango inferior de los recomendados para simular las condiciones más críticas durante el funcionamiento del filtro y ver cuál es su eficiencia bajo estas condiciones.

- Tanque de abastecimiento

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal manera que este pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior, durante un lapso de 24 horas. Adicionalmente, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para que el filtro se encuentre siempre en funcionamiento. Se tomó una cantidad de seguridad de 15 galones para garantizar que 1/3 del tanque siempre este lleno.

- Dimensiones del filtro

Gráfico 3. Medidas referenciales del filtro.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Al calcular el volumen del material filtrante en base a las medidas referenciales del filtro se obtuvo lo siguiente:

$$V_f = \left(\frac{12.5 \text{ cm} + 17.5 \text{ cm}}{2} * 57 \text{ cm} \right) * 42 \text{ cm}$$

$$V_f = 35910 \text{ cm}^3$$

$$V_f = 0.03591 \text{ m}^3$$

Dónde:

V_f = volumen del material filtrante

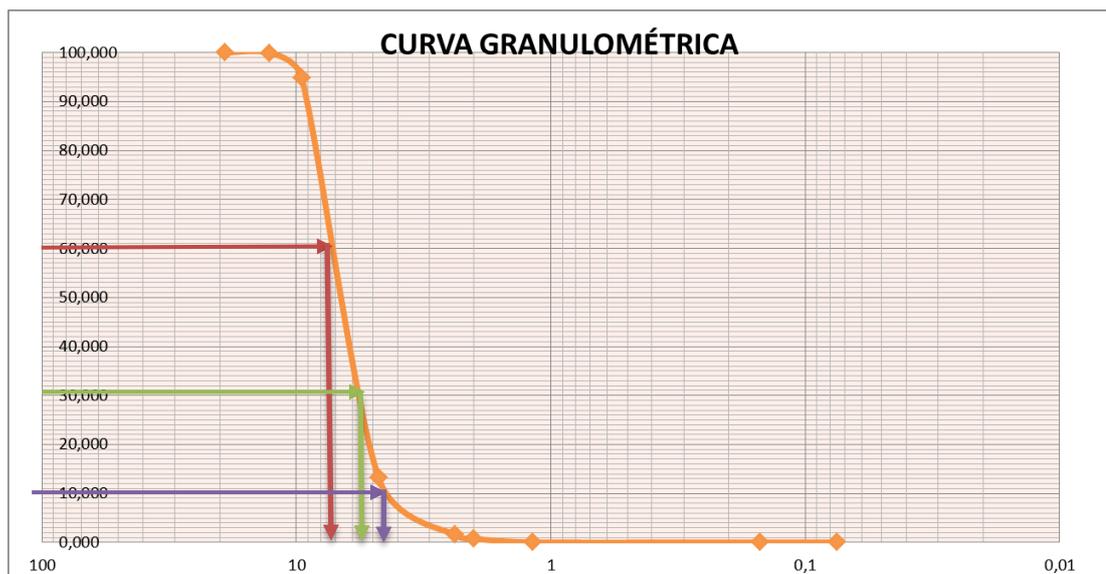
En el filtro debemos mantener un volumen de 35 lt como un valor mínimo. Por facilidad constructiva y a la vez porque esta etapa del proyecto consiste en el análisis del material filtrante y no del diseño del filtro. Se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico “guarda móvil grande” con dimensiones 57cmx 42 cm x 34 cm. El recipiente se encuentra dividido internamente en dos partes: el material filtrante el cual va a ser analizado y el material de soporte o base del material, los cuales se hallan separados por una bandeja de recolección de tol a través de la cual sale el agua filtrada.

- Obtención del material (Grava)

La grava que se utilizó en el filtro se obtuvo de la Cantera Masaquiza con el código de concesión 200544 ubicada en las Viñas del cantón Ambato de la provincia Tungurahua, para poder determinar el tamaño de partículas adecuadas se realizó un ensayo de granulometría el cual al pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado, puede obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o ASTM. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis [36]. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

Para realizar el ensayo se tomó un peso de 8800 gr como muestra, y de esta forma teniendo en cuenta el peso total y los pesos retenidos, se realizó la curva granulométrica, con los valores de porcentaje retenido que cada diámetro ha obtenido. La curva granulométrica permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen las partículas, así se pudo obtener los siguientes datos:

Gráfico 4. Curva Granulométrica.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Tabla 9. Determinación de la granulometría del material.

| TAMIZ | PESO RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE RETENIDO | PORCENTAJE QUE PASA |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| 3/4" | 0 | 0,00 | 100,00 |
| 1/2" | 4 | 0,05 | 99,95 |
| 3/8" | 377 | 5,10 | 94,90 |
| #4 | 6415 | 86,84 | 13,16 |
| Pasa Tamiz #4 | 2372 | 32,11 | ----- |
| #8 | 855 | 11,57 | 1,58 |
| #10 | 915 | 12,39 | 0,77 |
| #16 | 969 | 13,12 | 0,04 |
| #100 | 970,6 | 13,14 | 0,018 |
| #200 | 971,9 | 13,16 | 0,000 |
| Pasa Tamiz #200 | 14,1 | 0,19 | ----- |
| Total | 7386,9 | | |
| Peso del cuarteo | 988 | | |
| Tamaño nominal máximo | 3/8" = 9.525 mm | | |
| Diámetro Efectivo | 4.5 mm | | |
| Diámetro Equiparable | 6 mm | | |
| Diámetro Dimensional | 7 mm | | |
| Coefficiente de Uniformidad | 1,56 | | |
| Coefficiente de Curvatura | 1,14 | | |

Normas: AASHTO: T-87-70, ASTM: D-421-58

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

También se realizó un ensayo para determinar la densidad específica de la grava la cual se representa como D_s . A continuación se presenta una tabla que indica los datos requeridos para esta determinación:

Tabla 10. Determinación de la densidad específica.

| Determinación de la densidad específica del material | | Unidades |
|---|---------|-------------------|
| Muestra N° | 1 | |
| Temperatura de agua y suelo en °C | 18° | °C |
| Factor de corrección por temperatura: K | 0,9986 | |
| Peso canastilla vacía (Aire) | 1172 | gr |
| Peso canastilla más suelo saturado superficie seca (Aire) | 3039 | gr |
| Peso suelo (Aire) M_{sss} | 1867 | gr |
| Peso canastilla sumergida (Agua) | 1107 | gr |
| Peso canastilla más suelo sumergido (Agua) | 2095 | gr |
| Peso suelo sumergido (Agua) M_{sum} | 988 | gr |
| Peso canastilla (Aire) | 1172 | gr |
| Peso canastilla más suelo seco | 2931 | gr |
| Peso suelo seco: M_s | 1759 | gr |
| Densidad real del pétreo seco: D_{rs} | 2001,14 | kg/m ³ |
| Absorción del agua: A_{bs} | 6,14 | % |
| Gravedad Específica: G_s | 2,28 | gr/gr |
| Densidad Específica del pétreo: D_s | 2281,45 | kg/m ³ |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Después de que se determinó el tamaño nominal máximo = 9.525 mm, el diámetro efectivo = 4.5 mm, el diámetro equiparable = 6 mm, el diámetro dimensional = 7 mm, el coeficiente de uniformidad = 1.56 mm, el coeficiente de curvatura = 1.14 mm y la densidad específica = 2281.45 kg/m³ de la grava entonces se decidió que el material que se va a utilizar tiene un diámetro menor a 12.7 mm y el volumen que ocupa el material filtrante es = 0.0359 m³ por lo tanto para determinar el peso que se va a colocar en el filtro se realizó lo siguiente:

$$Peso = D_s * V$$

D_s = Densidad o Peso específico del material

V = Volumen que ocupa el material filtrante

$$Peso = 2281.45 \text{ kg/m}^3 * 0.03591 \text{ m}^3$$

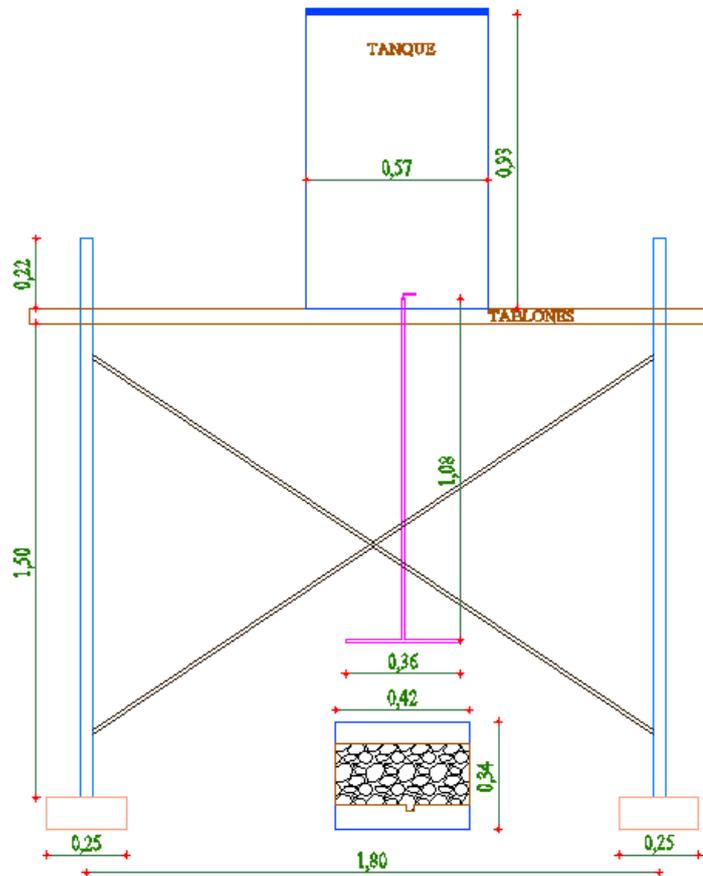
$$Peso = 81.93 \text{ kg}$$

De esta manera se determinó que el peso de la grava será distribuida de la siguiente forma: un 20% de partículas < 12.7 mm hasta 9.525 mm de diámetro (16.39 kg), un 40% de partículas < 9.525 mm hasta 4.75 mm de diámetro (32.77 kg) y un 40% de partículas < 4.75 mm (32.77 kg).

3.5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

- Primero se tomará agua residual proveniente del proceso de lavado y tinturado de jeans, la misma que se encuentra almacenada en el reservorio de agua residual. El tanque llenará cada día.
- Se tomará el agua mediante dos baldes plásticos de 10 litros, los cuales serán vertidos en el tanque de almacenamiento hasta alcanzar los litros que se va a colocar por día.
- Después de tener el tanque con el agua se procede a calibrar el caudal de 0.105 lt/min mediante la utilización de la llave de control, dicho caudal permite que el agua fluya constantemente a lo largo del tiempo del experimento.
- El agua que baja del tanque de almacenamiento con el caudal calibrado, llega a la flauta de distribución, la misma que consta de varios agujeros en la parte inferior, para así permitir que el agua gotee sobre la lata de distribución.
- El agua que gotea de la flauta de distribución cae sobre la lata de distribución que se encuentra colocada en el recipiente que tiene el material filtrante, dicha lata de distribución posee una pequeña pendiente que permite que el agua se distribuya sobre todo el material filtrante.
- El agua residual llega a la grava que se encuentra en el recipiente plástico o el denominado filtro en este caso, y fluye a través de la grava realizándose así el proceso de filtración.
- Finalmente, el agua residual filtrada saldrá del recipiente plástico a través de un pequeño caudal, para así ser conducida hacia un lugar de evacuación. Los días de evaluación se tomará la muestra de agua residual cruda y de agua residual filtrada para su análisis.

Gráfico 5. Plano de detalle del filtro de grava, vista frontal.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

3.5.3. INFORMACIÓN DE LA INDUSTRIA

- Ubicación

La industria de donde se obtuvo el efluente lleva el nombre de “Lavandería y Tintorería DAYANTEX”, la cual se encuentra ubicada en la Avenida Panamericana Vía Ambato – Baños, en el barrio El Tambo, de la ciudad de Pelileo, de la provincia Tungurahua. La misma que se encuentra ubicada según las coordenadas Métricas-UTM: a una altura de 2655 msnm, longitud de 771730 m y una latitud de 9852546 m; según el Sistema de Proyección WGS_1984_17_Sur.

Gráfico 6. Ubicación de la Lavandería y Tintorería DAYANTEX.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Fuente: Google Earth.

- Producción

En esta industria se produce todo tipo de jeans en casi toda la gama de colores, procesan dos tipos de tela las cuales son: tela cruda y tela jean.

- Operación

La lavandería y tintorería DAYANTEX abre sus puertas a la producción el día martes de 14:00 a 18:00 y de miércoles a viernes desde las 8:00 hasta las 18:00.

- Materia prima

Los días martes la industria procesa 840 kilos de tela cruda, los días miércoles 1680 kilos de tela de jean, los días jueves 1520 kilos de tela jean y 480 kilos de tela cruda y los días viernes procesa 2000 kilos de tela jean.

- Químicos que se utilizan en la industria

En el proceso de lavado de prendas esta industria utiliza: sosa, metasilicato, secuestrante, dispersante, detergente, peróxido, catalasa, fijador, suavizante industrial catiónico o iónico, enzimas neutras o acidas, ácido fórmico, cloro, permanganato,

metabisulfito, alfamilasa todos estos en pequeñas cantidades además utilizan colorantes en el proceso de teñido la cantidad que ocupan se describe a continuación:

Tabla 11. Cantidad de colorante que se ocupa en el proceso de teñido.

| PARA UNA MUESTRA DE 30KL | | |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------|
| COLOR | Porcentaje en que se usa el tinte | Cantidad en gr |
| VINO | 4% | 1200 |
| VERDE MILITAR | 3% | 900 |
| ROJO | 4,50% | 1350 |
| MENTA | 0,30% | 90 |
| MOSTAZA | 1% | 300 |
| BEIGE | 0,04% | 12 |
| ABANO | 0,40% | 120 |
| GUAYABA | 0,50% | 150 |
| PLOMO | 0,50% | 150 |
| CAFÉ | 4% | 1200 |
| ROSADO | 1% | 300 |
| VIOLETA | 1% | 300 |
| AZUL | 4% | 1200 |
| AMARILLO | 3% | 900 |
| TURQUESA | 4% | 1200 |
| AZUL ELÉCTRICO | 4% | 1200 |
| LADRILLO | 2,50% | 750 |
| QUEMADO | 1% | 300 |
| FUCSIA | 3% | 900 |
| NEGRO | 7% | 2100 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

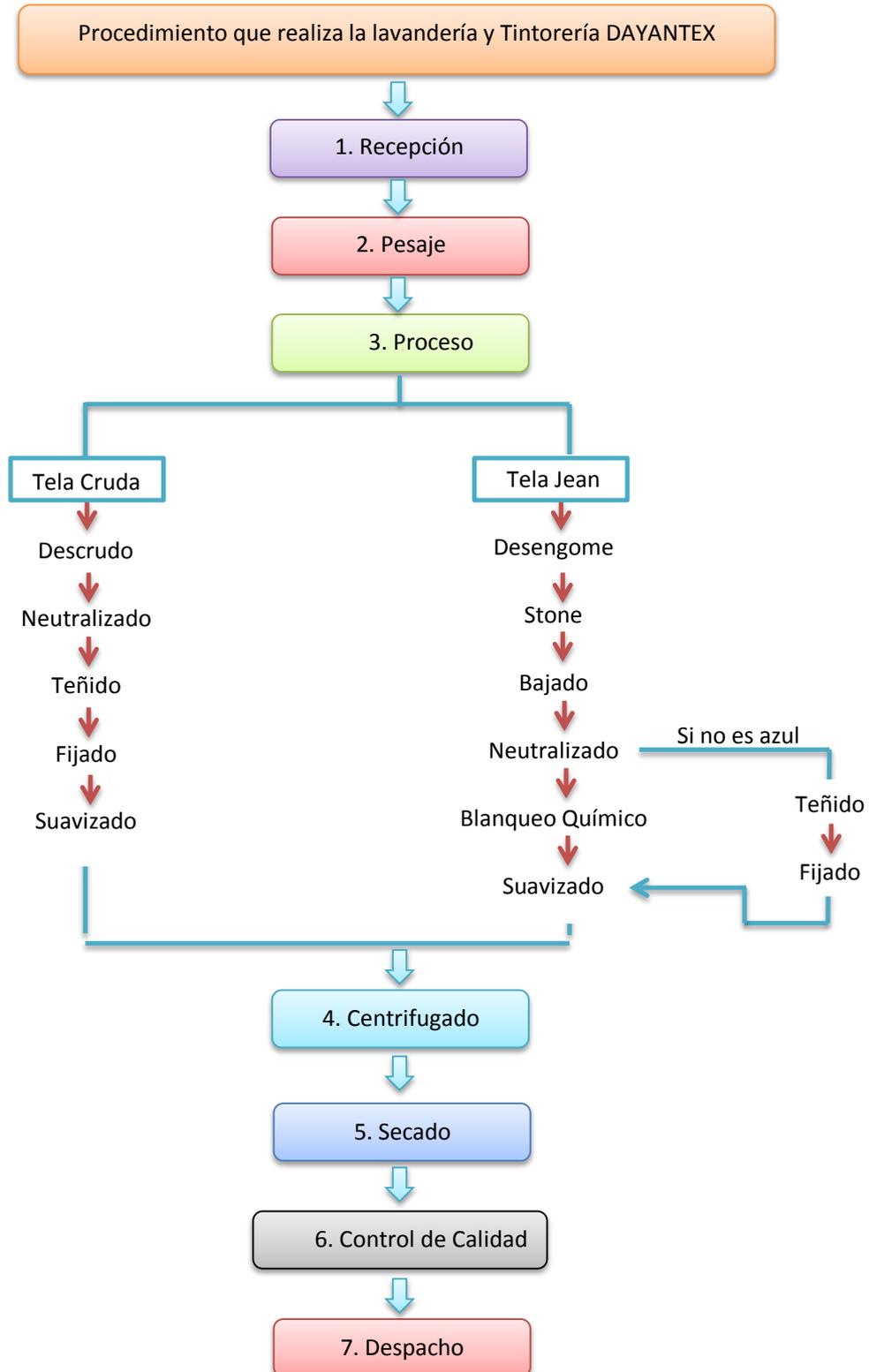
3.5.3.1. Infraestructura de la lavadora y tinturadora de jeans DAYANTEX.

“DAYANTEX” es una lavandería y tintorería de jeans, que cuenta con 20 empleados directos y una planta de 2487.01 metros cuadrados de área construida, lo que le ha permitido optimizar cada etapa del proceso productivo, manteniendo los mejores estándares de calidad. Consta también de estacionamiento, zona de carga y descarga, instalación eléctrica trifásica, un tanque de reserva elevado de 3500 galones y un sistema de tratamiento de agua residual.

La industria “DAYANTEX” utiliza el agua proveniente del canal de regadío para realizar los procesos. Para garantizar la disponibilidad de agua, esta se almacena en un tanque tipo cisterna, esta agua es succionada utilizando una bomba centrífuga que alimenta al tanque elevado y este a las máquinas que realizan los diferentes procesos.

3.5.3.2. Funcionamiento básico de la lavadora y tinturadora de jeans.

Gráfico 7. Diagrama del procedimiento que realiza DAYANTEX.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.

- Días en que se colocó agua residual en el filtro

Tabla 12. Fechas que se colocó agua en el filtro.

| Días en que se colocó agua residual en el filtro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|----|----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|----|----|----|----|----|----------|----|----|----|----|--|--|---|---|---|---|--|
| Mes: Diciembre del 2017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semana 1 | | | | | | | Semana 2 | | | | | | | Semana 3 | | | | | | | Semana 4 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | | | | | | | |
| | x | x | x | x | | | | x | x | x | x | | | | x | x | x | x | | | | | | | | | | x | x | x | x | |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cronograma para la toma de muestras.

Tabla 13. Cronograma de recolección de muestras para el análisis.

| Cronograma de Recolección de Muestras para el Análisis. | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|---|
| Muestra: | Número | | | | | | | | |
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | |
| Fecha: | 08/12/2017 | | 15/12/2017 | | 22/12/2017 | | 29/12/2017 | | |
| Agua Residual | Sin Filtrar | Filtrada | Sin Filtrar | Filtrada | Sin Filtrar | Filtrada | Sin Filtrar | Filtrada | |
| Parametros | DQO | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | DBO ₅ | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | COLOR | x | x | x | x | x | x | x | x |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Resumen de parámetros después de la biofiltración vs Límite Máximo.

Tabla 14. Resumen de parámetros después de la biofiltración vs Límite Máximo.

| Nº | Días de filtración | DQO mg/L | Lím.Max DQO | DBO5 mg/L | Lím.Max DBO5 | Color U Pt-Co | Lím.Max Color |
|----|--------------------|----------|-------------|-----------|--------------|---------------|---------------|
| 1 | 4 | 66.74 | 500 | 20.02 | 250 | 146.00 | 15 |
| 2 | 8 | 431.56 | 500 | 129.50 | 250 | 780.00 | 15 |
| 3 | 12 | 511.70 | 500 | 153.30 | 250 | 605.00 | 15 |
| 4 | 16 | 150.40 | 500 | 45.00 | 250 | 280.00 | 15 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro comparativo de DQO, posterior a la biofiltración de agua residual proveniente del lavado de jeans.

Tabla 15. Cuadro comparativo de DQO, posterior a la biofiltración.

| Nº | Días de filtración | DQO (mg/L) Sin filtrar | DQO (mg/L) Filtrado | Lím.Max |
|----|--------------------|---------------------------|------------------------|---------|
| 1 | 4 | 261.42 | 66.74 | 500 |
| 2 | 8 | 509.64 | 431.56 | 500 |
| 3 | 12 | 838.70 | 511.70 | 500 |
| 4 | 16 | 284.60 | 150.40 | 500 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro comparativo de DBO5, posterior a la biofiltración de agua residual proveniente del lavado de jeans.

Tabla 16. Cuadro comparativo de DBO5, posterior a la biofiltración.

| Nº | Días de filtración | DBO5 (mg/L) Sin filtrar | DBO5 (mg/L) Filtrado | Lím.Max |
|----|--------------------|----------------------------|-------------------------|---------|
| 1 | 4 | 78.3 | 20.02 | 250 |
| 2 | 8 | 152.9 | 129.50 | 250 |
| 3 | 12 | 251.40 | 153.30 | 250 |
| 4 | 16 | 85.20 | 45.00 | 250 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro comparativo del análisis de color, posterior a la biofiltración de agua residual proveniente del lavado de jeans

Tabla 17. Cuadro comparativo de Análisis de color, posterior a la biofiltración.

| Nº | Días de filtración | Color (U Pt-Co) Sin filtrar | Color (U Pt-Co) Filtrado | Lím.Max |
|----|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|
| 1 | 4 | 298 | 146.00 | 15 |
| 2 | 8 | 1370 | 780.00 | 15 |
| 3 | 12 | 1170.00 | 605.00 | 15 |
| 4 | 16 | 580.00 | 280.00 | 15 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

4.1.1. Caudales utilizados en la lavadora y tinturadora “DAYANTEX”.

4.1.1.1. Caudal de consumo para maquinas lavadoras

Para determinar esto se procede a calcular el caudal instantáneo.

Tabla 18. Caudal instantáneo para máquinas de lavado

| CAUDAL DE CONSUMO PARA MAQUINAS DE LAVADO | | | | | |
|--|-----------|----------------|--------|-----|-----------------|
| Máquina | Proceso | Consumo lts | Tiempo | | Caudal lts/s |
| | | | min | seg | |
| M50 | Desengome | 350 | 3 | 180 | 1.94 |
| M30 | Desengome | 210 | 3 | 180 | 1.17 |
| M15 | Tinturado | 105 | 2 | 120 | 0.88 |
| M80 | Tinturado | 560 | 2 | 120 | 4.67 |
| Caudal crítico | | | | | 8.65 |
| Factor de simultaneidad | | | | | 0.6 |
| Caudal instantaneo de las máquinas de lavado | | | | | 5.19 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

4.1.1.2. Requerimiento de agua en la caldera

Para determinar esto utilizamos la tabla general de consumo máximo de agua, también necesitamos el valor de la potencia de la máquina que tiene la lavadora y tinturadora DAYANTEX el cual es 60 CC.

Tabla 19. Consumo de agua Cadera

| Potencia Caldera CC | Rapidez de evaporac. GPM | Factor de encendido | Capacidad bomba GPM | Capacidad del tanque galones | Tamaño tanque plg |
|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|
| 10 | 0.7 | 2 | 2 | 30 | 16x42 |
| 15 | 1 | 2 | 3 | 30 | 16x43 |
| 20 | 1.4 | 2 | 3 | 30 | 16x44 |
| 25 | 1.7 | 2 | 4 | 30 | 16x45 |
| 30 | 2.1 | 2 | 4 | 30 | 16x46 |
| 40 | 2.8 | 2 | 6 | 30 | 16x47 |
| 50 | 3.5 | 2 | 7 | 30 | 22x43 |
| 60 | 4.1 | 2 | 8 | 30 | 22x44 |
| 70 | 4.8 | 2 | 10 | 30 | 22x45 |
| 80 | 5.5 | 2 | 11 | 30 | 24x56 |



Fuente: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4502/1/7022

Para un caldero de 60 CC se necesita 4.1 galones/minutos cuando trabaja a su máxima capacidad.

$$\text{Consumo de agua} = 4.1 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}} * \frac{3.785 \text{ lts}}{1 \text{ galon}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}}$$

$$\text{Consumo de agua} = 0.26 \text{ lts/seg}$$

4.1.1.3. Requerimiento de agua para la mezcla de productos químicos

Para mezclar los diversos productos químicos como colorantes, suavizantes oxidantes entre otros se estimó un 0.009 % del consumo total de los procesos de las máquinas de lavado. Esta estimación se utilizó después de realizar un muestreo, ya que se tiene relación directa con los procesos.

Tabla 20. Caudal para el proceso químico.

| Máquina | Relación de agua | consumo de agua lts | Procesos químicos | Volumen lts |
|--|------------------|---------------------|-------------------|-------------|
| 50 | 7 | 350 | 6 | 2100 |
| 30 | 7 | 210 | 7 | 1470 |
| 15 | 7 | 105 | 7 | 735 |
| 80 | 7 | 560 | 6 | 3360 |
| Volumen de agua para la mezcla de químico | | | | 7665 |
| Porcentaje de agua del consumo total | | | | 0.009 |
| Horas de trabajo al día | | | | 8 |
| Caudal ocupado en los procesos quimicos (lt/h) | | | | 8.62 |
| Caudal ocupado en los procesos quimicos (lt/seg) | | | | 0.0024 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

4.1.1.4. Caudal total ocupado en la industria “Dayantex”

Se obtiene sumando los caudales instantáneos calculados:

Tabla 21. Caudal total requerido en la industria.

| Requerimiento de agua | Caudal lts/seg |
|--|----------------|
| Caudal instantaneo de las máquinas de lavado | 5.19 |
| Caudal ocupado en los procesos quimicos | 0.0024 |
| Consumo de agua en la caldera | 0.26 |
| Caudal Total | 5.45 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Es fundamental conocer las características del agua residual antes y después del proceso de filtración, para saber si la grava puede ser utilizada como material filtrante.

4.2.1. Tablas de resultados (Muestra-Parámetros)

- Cuadro antes de la biofiltración de agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 22. Análisis físico y químico de la Muestra 1 Agua sin filtrar.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M1 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|--|----------|------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Sin Filtrar | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 261.42 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 78.3 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 298 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: TablaN° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro posterior a la biofiltración en grava del agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 23. Análisis físico y químico de la Muestra 1 Agua Filtrada en grava.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M1 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---|----------|------------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Filtrada en Grava | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 66.74 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 20.02 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 146.00 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: Tabla N° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro antes de la biofiltración del agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 24. Análisis físico y químico de la Muestra 2 Agua sin Filtrar.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M2 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---|----------|------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Sin Filtrar | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 509.64 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 152.9 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 1370 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: Tabla N° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro posterior a la biofiltración en grava del agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 25. Análisis físico y químico de la Muestra 2 Agua Filtrada en grava.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M2 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---|----------|------------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Filtrada en Grava | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 431.56 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 129.50 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 780.00 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: Tabla N° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro antes de la biofiltración del agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 26. Análisis físico y químico de la Muestra 3 Agua sin Filtrar.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M3 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---|----------|------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Sin Filtrar | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 838.70 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 251.40 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 1170.00 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: Tabla N° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro posterior a la biofiltración en grava del agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 27. Análisis físico y químico de la Muestra 3 Agua Filtrada en grava.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M3 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---|----------|------------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Filtrada en Grava | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 511.70 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 153.30 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 605.00 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: Tabla N° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro antes de la biofiltración del agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 28. Análisis físico y químico de la Muestra 4 Agua sin Filtrar.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M4 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|---|----------|------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Sin Filtrar | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 284.60 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 85.20 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 580.00 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: Tabla N° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Cuadro posterior a la biofiltración en grava del agua residual proveniente de la Lavandería “DAYANTEX”

Tabla 29. Análisis físico y químico de la Muestra 4 Agua Filtrada en grava.

| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS M4 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | MÉTODO DE REFERENCIA |
|--|----------|------------------------|--------------------------|--|
| | | Agua Filtrada en Grava | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 150.40 | 500 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 45.00 | 250 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 280.00 | 15 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| Límite Máximo Permisible: TablaN° 9. Acuerdo Ministerial 028, Tabla N°2 Acuerdo Ministerial 028 | | | | |

Fuente: Informe de análisis de Aguas en “ENVIRONOVALAB”

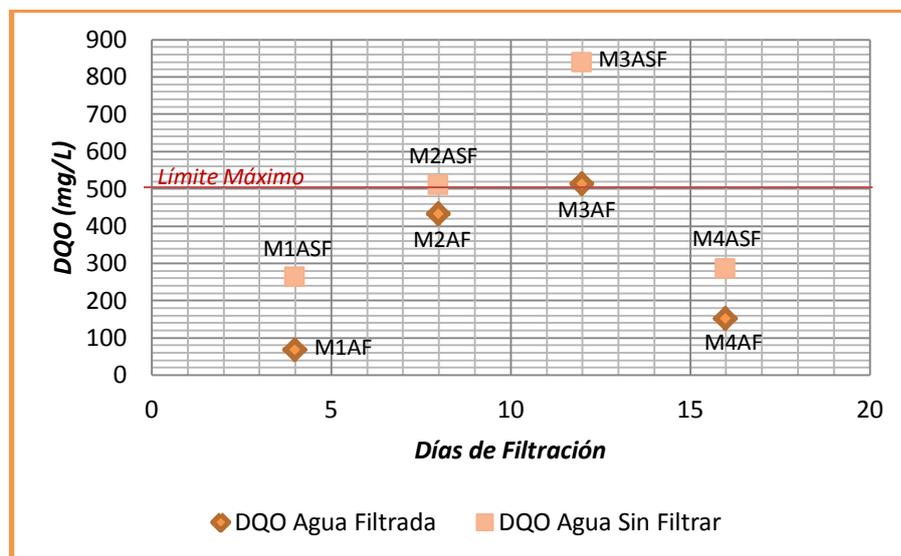
Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

4.2.2. Comparación gráfica de los resultados, con el límite máximo permisible según la tabla N° 9 y la tabla N° 2 del Acuerdo Ministerial 028.

- Variación de Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Los resultados obtenidos permiten realizar un análisis comparativo con el límite máximo permisible; donde se observa que tres de las muestras tomadas están por debajo del límite máximo permisible (M1, M2, M4). Por otro lado la muestra número tres da un valor mayor al límite esto se dio ya que según la gráfica que representa el agua sin filtrar en ese lapso de tiempo el agua residual tenía una demanda química de oxígeno mucho más alta que el resto.

Gráfico 8. Comparación del DQO con el límite máximo permisible.

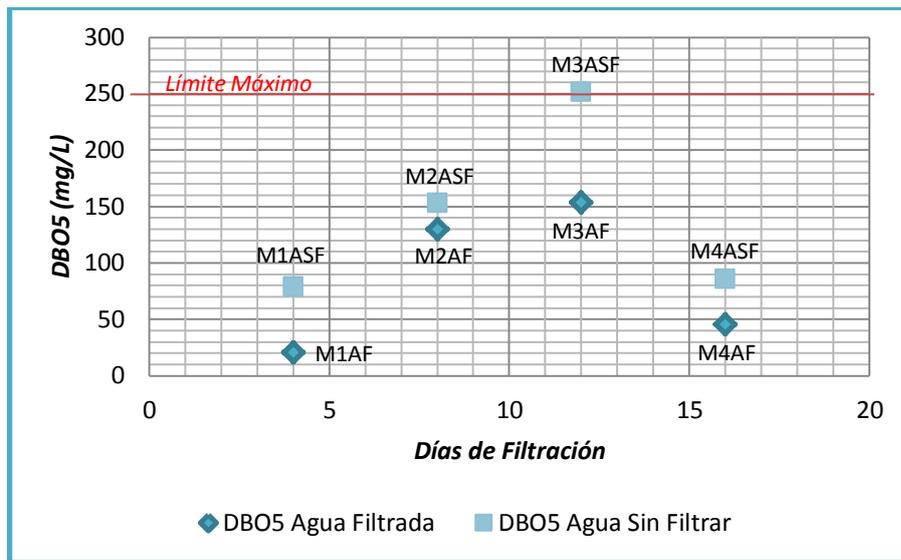


Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Variación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

Los resultados obtenidos en el laboratorio del parámetro DBO5 nos permiten observar que todas las muestras están por debajo del límite máximo permisible. Se debe tomar en cuenta que la demanda bioquímica de oxígeno del agua residual sin filtrar no sobrepasa el límite máximo permisible más que en un solo lapso de tiempo en el cual se tomó la muestra número tres.

Gráfico 9. Comparación del DBO5 con el límite máximo permisible.

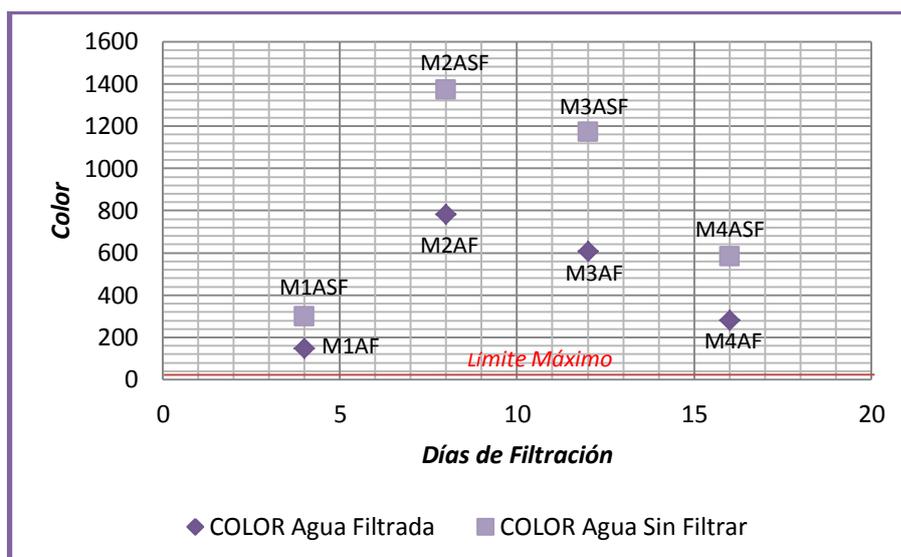


Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

- Variación de Color.

Los resultados obtenidos en el laboratorio del parámetro de color permiten observar que todas las muestras están por encima del límite. Es así que aunque se observa que si existe remoción de este parámetro en comparación con el agua residual sin filtrar, no cumple con el límite máximo permisible.

Gráfico 10. Comparación del Color con el límite máximo permisible.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

4.2.3 Análisis y cálculo de eficiencia de remoción de los parámetros

Es primordial calcular la eficiencia de remoción cuando utilizamos un biofiltro en este caso de grava, se debe verificar en los tres parámetros ensayados los cuales son DQO, DBO5 y Color. Dicho análisis permitirá establecer que tan eficiente es la grava en cuanto a la depuración del agua residual del lavado de Jeans.

4.2.3.1 Análisis de la eficiencia de remoción del DQO.

Utilizando la fórmula:

$$Ef = \frac{(DQO_e - DQO_s)}{DQO_e} * 100$$

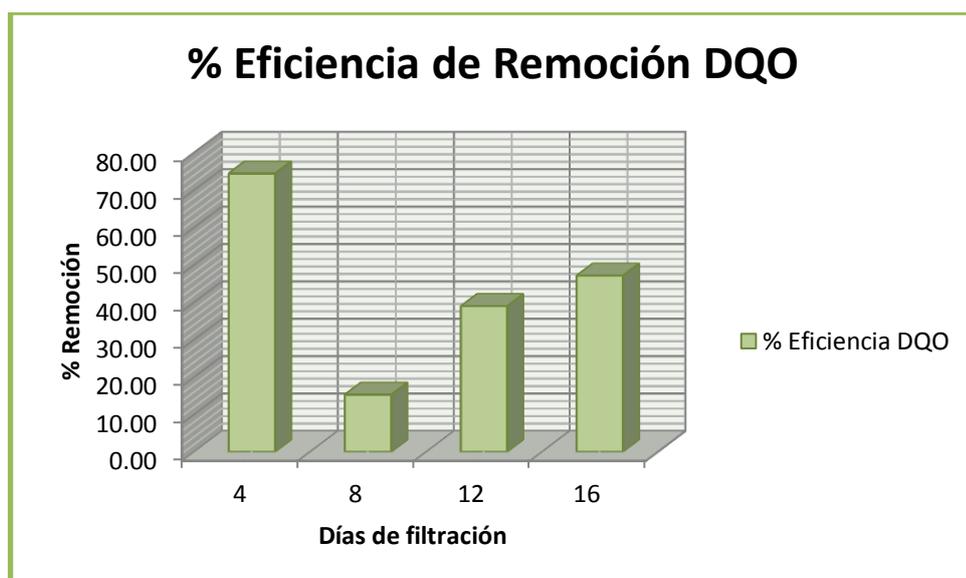
Los porcentajes de remoción se han obtenido a lo largo de cuatro semanas de análisis, a continuación se observa la variación de los porcentajes de remoción:

Tabla 30. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DQO).

| Nº Muestra | Días de Filtración | % Eficiencia de remoción |
|------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | 4 | 74.47 |
| 2 | 8 | 15.32 |
| 3 | 12 | 38.99 |
| 4 | 16 | 47.15 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Gráfico 11. % Eficiencia de Remoción de DQO.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

En el análisis de los porcentajes de la eficiencia de remoción que el biofiltro presenta a lo largo del tiempo de estudio, se observa que a los 4 días de biofiltración la eficiencia del filtro fue alta con un porcentaje de 74.47% ya que estos son los primeros días se podría decir que el filtro está en una etapa de estabilización. Luego en la segunda muestra se observa que la eficiencia de remoción disminuyó dando así un valor de 15.32%, en la tercera muestra a los 12 días de filtración se observa que la remoción aumenta en relación a la segunda muestra dando un valor de 38.99% y en la cuarta muestra a los 16 días de filtración se observa que la remoción sigue aumentando, dando así un valor de 47.15%.

4.2.3.2 Análisis de la eficiencia de remoción del DBO5.

Utilizando la fórmula:

$$Ef = \frac{(DBO5_e - DBO5_s)}{DBO5_e} * 100$$

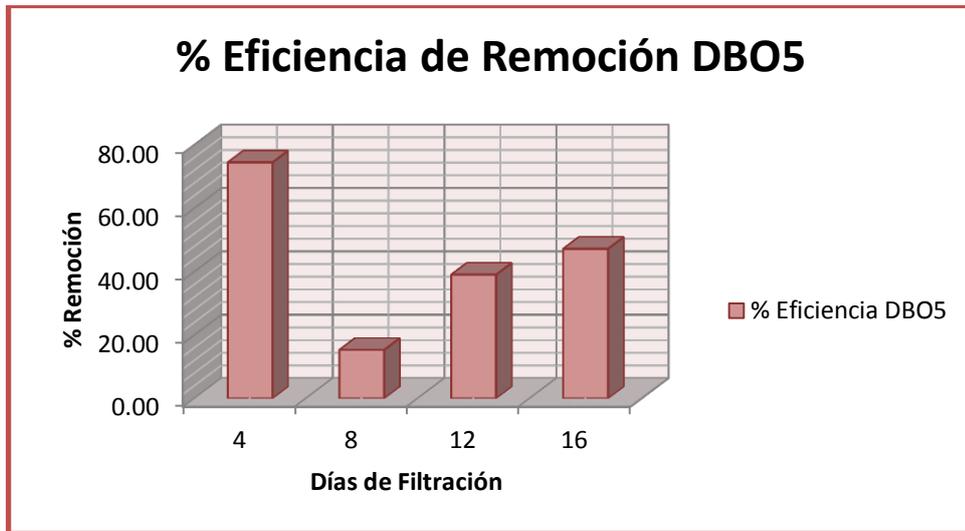
Los porcentajes de remoción se han obtenido a lo largo de cuatro semanas de análisis, a continuación se observa la variación de los porcentajes de remoción:

Tabla 31. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DBO5).

| Nº Muestra | Días de Filtración | % Eficiencia de remoción |
|------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | 4 | 74.43 |
| 2 | 8 | 15.30 |
| 3 | 12 | 39.02 |
| 4 | 16 | 47.18 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Gráfico 12. % Eficiencia de Remoción de DBO5.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Al igual que en el anterior análisis podemos ver como la remoción se comporta de una manera similar ya que a los 4 días de filtración se observa una eficiencia alta de 74.43% por ser los primeros días se podría decir que el biofiltro se estabiliza internamente, para luego de este período tener un comportamiento real. En los siguientes días de filtración los porcentajes de eficiencia son 15.30%, 39.02% y en la cuarta muestra de análisis 47.18%, así se puede observar que en la remoción del parámetro DBO5 el comportamiento es similar a la remoción de DQO.

4.2.3.3 Análisis de la eficiencia de remoción del Color.

Utilizando la fórmula:

$$Ef = \frac{(Color_e - Color_s)}{Color_e} * 100$$

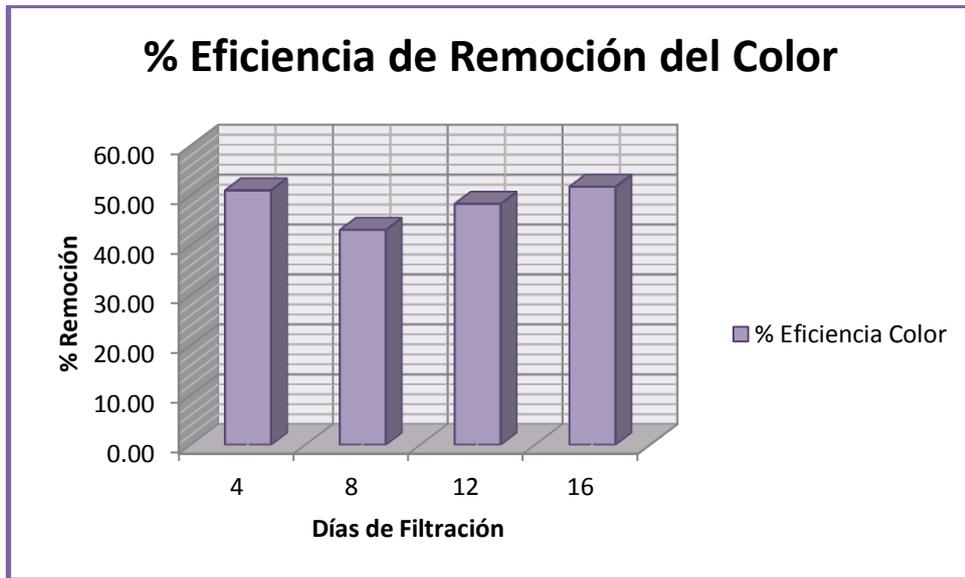
Los porcentajes de remoción se han obtenido a lo largo de cuatro semanas de análisis, a continuación se observa la variación de los porcentajes de remoción:

Tabla 32. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (COLOR).

| Nº Muestra | Días de Filtración | % Eficiencia de remoción |
|------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | 4 | 51.01 |
| 2 | 8 | 43.07 |
| 3 | 12 | 48.29 |
| 4 | 16 | 51.72 |

Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Gráfico 13. % Eficiencia de Remoción del Color.



Realizado por: Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin.

Al analizar el parámetro de color visualmente no se notó la diferencia pero al realizar el ensayo al igual que en los anteriores parámetros se pudo observar como la remoción a los 4 días de filtración tiene una eficiencia de 51.01% por ser los primeros días se podría decir que el biofiltro está estabilizándose para luego comportarse de una manera real. En los días posteriores, se observa un comportamiento más uniforme los porcentajes de eficiencia de remoción son 43.07%, 48.29% y en la cuarta muestra de análisis 51.72%. Pero aunque se comprobó con los ensayos que si hubo remoción, el parámetro del color no llego a estar dentro del límite máximo permitido.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

El efluente proveniente de la lavadora y tinturadora de jeans “DAYANTEX” que fue tratada en el filtro biológico de grava, obtuvo una reducción considerable en los parámetros tratados. Esto se ha podido comprobar mediante los análisis de laboratorio obtenidos de la biofiltración del agua residual y realizando un análisis de las mismas, entonces la hipótesis planteada se cumple, ya que en los parámetros analizados se observa disminución o remoción de los contaminantes.

Es así que en el caso del parámetro DQO la eficiencia de remoción llega al 74.47%, logrando una disminución importante de este parámetro y llegando a niveles por debajo del límite máximo permisible. En el caso del DBO5 la eficiencia de remoción llega al 74.43%, permitiendo llegar a niveles por debajo del límite máximo permisible. En el caso del parámetro de color la eficiencia de remoción llega al 51.72%, pero aun así no llega a estar debajo de los niveles máximos permitidos.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- Luego de haber observado durante semanas el proceso que realiza la industria al momento de lavar y tinturar el jean y después de haber realizado un levantamiento planímetro de la fábrica, se puede concluir que se ha llegado a conocer el funcionamiento básico de la lavadora y tinturadora de jeans DAYANTEX así como también la infraestructura de la misma.
- Una vez calculado el caudal instantáneo que ocupan las máquinas para el lavado, el caudal que necesita la caldera y el caudal que se requiere para mezclar el producto químico se pudo determinar que el caudal que requiere la industria para el procedimiento de lavado y tinturado de prendas es de 5.45 lt/seg.
- Al monitorear las características del agua residual proveniente de la industria DAYANTEX en su origen y luego del proceso de filtración, se determinó que en la primera, segunda y cuarta muestra tomada los valores de DQO Y DBO5 están dentro del límite máximo permisible por otro lado los valores arrojados de COLOR están por encima del límite máximo, en la tercera muestra el valor de DBO5 está dentro del límite máximo pero el valor de DQO y COLOR sobrepasan el límite máximo permisible.
- Con el propósito de saber si la grava ayuda a la disminución de los parámetros de DBO5, DQO Y Color, se realizaron análisis con lo cual se pudo determinar la eficiencia de remoción que tiene la grava como material filtrante, en el caso del parámetro de DQO la eficiencia obtenida es de 74.47%, en el parámetro de DBO5 la eficiencia alcanza un valor de 74.43% y finalmente la eficiencia de remoción para el Color llega a un valor de 51.72%.
- A los 4 días de funcionamiento del filtro artesanal, el agua filtrada mostró una eficiencia mayor que el 50% en los tres parámetros analizados, pero en el siguiente análisis a los 8 días la eficiencia disminuyó, fue así que se pudo determinar que el material al tener la capacidad de adsorción hizo que las

partículas floculantes lleguen a adherirse a la superficie del medio filtrante, causando que la eficiencia se haya reducido tan súbitamente.

- Al analizar la grava como material filtrante para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y tinturadora de jeans DAYANTEX se concluye que puede ser aceptado como parte del tratamiento secundario ya que se demostró que hay un nivel de eficiencia de remoción que esta entre el 50 - 70 % en la etapa de funcionamiento aunque no logra cumplir con los límites máximos permisibles en el parámetro físico de color.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Al no cumplir con el límite máximo permisible en el parámetro de color se puede optar por mejorar el filtro de grava añadiendo un sistema que permita eliminar el color en un alto porcentaje, una opción podría ser el sistema biológico con degradación microbiana ya que se considera que este es un método menos costoso que otros y es menos agresivo con el ambiente.
- Para que las muestras no sufran alteraciones se debe tener extremo cuidado al tomarlas, teniendo en cuenta que las botellas deben estar homogeneizadas con el agua de la muestra, también se debe tomar la muestra con la botella sumergida en un recipiente para evitar la acumulación de burbujas ya que estas alteran los resultados.
- Al observar que la eficiencia disminuyo debido a que las partículas floculantes saturaron la superficie del material filtrante se recomienda que el material pase por un proceso de lavado y secado para que recupere sus propiedades y de esta forma obtener mejores resultados de remoción de contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. Smith, “Estrategias para el Manejo de las aguas Pluviales,” *Environmental Health Perspectives*, vol. 119, no. 12, pp.514-519, diciembre 2011.
- [2] Informe sobre el Desarrollo Humano, ONU 2003, pp. 116-118.
- [3] R.S. Ramalho, “Tratamiento de Aguas residuales,” Ed. Reverte, Barcelona 1990
- [4] A.A. Ruiz, “La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua.,” *Lasallista Investig.*, vol. 1, no. 2, pp. 65, 2004.
- [5] A.A. Ruiz, “La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua.,” *Lasallista Investig.*, vol. 1, no. 2, pp. 6, 2004.
- [6] P. Castelo, “El nuevo rol del consejo provincial de Pichincha, en el control del medio ambiente,” *Instituto de Altos Estudios Nacionales*, enero 2000, pp. 143-144.
- [7] A.A. Ruiz, “La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua.,” *Lasallista Investig.*, vol. 1, no. 2, pp. 61-63, 2004.
- [8] E. Moreno, Biofiltro una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades, *Water and Sanitation Program*, diciembre 2006, pp. 7-9.
- [9] E. Moreno, Biofiltro una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades, *Water and Sanitation Program*, diciembre 2006, pp. 11-14.
- [10] G. C. Mayorga Ocaña, “Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa Tintexriver.” Trabajo de fin de carrera, Escuela politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2014, pp. 17-20.
- [11] D. F. Giraldo Eugenio, “Optimización de los sistemas de Humedales artificiales de flujo vertical por medio de biofiltros,” Universidad de los Andes, marzo 2000, pp. 7-10.
- [12] G. Valencia, “Filtros Biológicos,” diciembre 2007, pp. 1–16.
- [13] CONAMA, «Fundación Chile,» 31 Marzo 2010. [En línea]. Available: www.fundaciónchile.gob. [Último acceso: Septiembre 2017].

- [14] Á. A. Ruiz, «lasallista,» 10 Marzo 2005. [En línea]. Available: alarango@lasallista.edu.co. [Último acceso: Octubre 2017].
- [15] L. Sáenz, “Tecnología de Biofiltros”, *Fundación Chile*, 2010, pp. 2-3
- [16] I. Sekoulov, A. Rudiger y M. Barz, “Biofiltración innovadora para el tratamiento de aguas residuales producidas por comunidades e industrias”, *TerravivaTec S.L*, Barcelona 2009, pp. 3-5
- [17] L. Sáenz, “Tecnología de Biofiltros”, *Fundación Chile*, 2010, pp. 4-5
- [18] CARBOTECNIA, “Filtros de Grava, Arena Silica y Antracita”, Agosto 2007, México, pp. 2-3. [En línea]. Available: www.carbotecnia.info. [Último acceso: Octubre 2017].
- [19] <http://materiales-de-construccion-ujcv.blogspot.com/2012/01/la-grava.html>. [Último acceso: Octubre 2017].
- [20] B. Lesikar y J. Enciso “Sistemas individuales para el tratamiento de aguas Negras”, Ed. Texas A&M Agrilife, 2015, pp. 2-4
- [21] https://books.google.es/books?id=QnM2f8fywkcC&pg=PA239&lpg=PA239&dq=grava+como+material+principal+en+biofiltro&source=bl&ots=7jkXIX2Yca&sig=XJg_KeBnsYP3ttFs2meiVJHrnPs&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjv3ImbbWAhVFKyYKHV7aDoMQ6AEIWDAM#v=onepage&q=grava%20como%20material%20principal%20en%20biofiltro&f=false. [Último acceso: Octubre 2017].
- [22] Aqueous Solutions, “La construcción de un sistema de tratamiento de Agua portátil Usando Material Local”, Enero 2003, México, pp. 11-14 [En línea]. Available: www.aqsolutions.org. [Último acceso: Octubre 2017].
- [23] M. G. Zúñiga, “Materiales Pétreos Naturales”, Chile 2010, pp. 23-27.
- [24] M. E. García y J. P. López, «cidta.usal,» 15 Septiembre 2003. [En línea]. Available: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf. [Último acceso: Octubre 2017].

- [25] M. Espigares García y J.A. Pérez López, “Aspectos sanitarios del estudio de las Aguas”, Universidad de Granada, Servicio de publicaciones, Granada 1985, pp. 20
- [26] R. Romero, Tratamiento de Aguas residuales, Bogotá: Falta, 2004.
- [27] A. Guamán, “Gestión ambiental en la Empresa, Lavandería y Tintorería de Jeans Mundo Color y su incidencia en el recurso agua.” Riobamba, 2014.
- [28] O. R. L. Suque, «“Determinación de medidas de producción más limpia para la optimización del uso de energía térmica y consumo de agua en la industria de lavado de Jeans CHELOS Pelileo Provincia de Tungurahua.”» Ninguno, Ambato, 2012.
- [29] F. P. German Mendoza, «Dialnet,» 2006. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4902744.pdf>. [Último acceso: 2017].
- [30] C. C. Pablo Marín, «Utp.edu,» 2010. [En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/1801>. [Último acceso: 2017].
- [31] A.B. Dos Santos, F.J. Cervantes J.B. & Van Lier, Documento de revisión sobre las tecnologías actuales para la decoloración de aguas residuales textiles, Perspectivas para la biotecnología anaeróbica, Bioresour. Technol, (2007), pp. 98
- [32] M. Zhou & J. He, Degradación del rojo catiónico X-GRL por oxidación electroquímica en PbO₂, Hazard Mater, (2007), pp. 357-363.
- [33] J. Pierce, Color en los efluentes textiles – Los orígenes del problema, Revista de la sociedad de tintoreros y coloristas, (1994), pp. 131-133.
- [34] M. Mercé Viseleca, Eliminación del color de las aguas residuales procedentes de la tintura con colorantes reactivos, Universidad politécnica de Catalunya, (Marzo 2015), pp. 9-12
- [35] V. López Grimau, Métodos de eliminación del color en efluentes de tintura textil, Laboratorio de Control de la Contaminación Ambiental del Instituto de Investigación Textil, (2016), pp. 2-6
- [36] M. Mercé Viseleca, Eliminación del color de las aguas residuales procedentes de la tintura con colorantes reactivos, Universidad politécnica de Catalunya, (Marzo 2015), pp. 16-20
- [37] <https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-sanchez/> [Último acceso: Noviembre 2017]

ANEXOS.

ANEXO A:

a.1. Tablas del Límite máximo permisible

ANEXO B:

b.1. Resultados del análisis de laboratorio de las muestras del agua residual del lavado de Jeans.

ANEXOS C:

c.1. Archivos fotográficos

a.1. Tablas del Límite máximo permisible.

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO Y QUE PARA SU POTABILIZACIÓN SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN

| PARÁMETRO | EXPRESADO COMO | UNIDAD | CRITERIO DE CALIDAD |
|--|--|-------------------|---------------------|
| Aceites y grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Aluminio total | Al | mg/l | 0,1 |
| Amonio | NH ₄ ⁺ | mg/l | 0,5 |
| Arsénico | As | mg/l | 0,01 |
| Coliformes Fecales | NMP | NMP/100ml | 20 |
| Coliformes Totales | NMP | NMP/100ml | 200 |
| Bario | Ba | mg/l | 0,7 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,003 |
| Cianuro | CN ⁻ | mg/l | 0,07 |
| Cinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| Cobre | Cu | mg/l | 2 |
| Color | Color real | Unidades de Pt-Co | 15 |
| Compuestos fenólicos | Fenol | mg/l | 0,001 |
| Cromo | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | <4 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | <2 |
| Bifenilos Policlorados | Concentración de PCBs totales | ug\l | 0,0005 |
| Hierro total | Fe | mg/l | 0,3 |
| Mercurio | Hg | mg/l | 0,006 |
| Nitratos | NO ₃ | mg/l | 50 |
| Nitritos | NO ₂ | mg/l | 0,2 |
| Olor y sabor | | | No Objetable |
| Potencial Hidrógeno | pH | unidades de pH | 6-9 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,05 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,01 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,01 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁻² | mg/l | 250 |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Hidrocarburos Totales de Petroleo | TPH | mg/l | 0,05 |
| Turbiedad | | UTN | 5 |

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|--|--------|--------------------------|
| Aceites y grasas | Solubles en hexano | mg/l | 70,0 |
| Explosivos o inflamables. | Sustancias | mg/l | Cero |
| Alkil mercurio | | mg/l | No detectable |
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0,1 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,02 |
| Cianuro total | CN ⁻ | mg/l | 1,0 |
| Cinc | Zn | mg/l | 10,0 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0,5 |
| Cloroformo | Extracto carbón cloroformo | mg/l | 0,1 |
| Cobalto total | Co | mg/l | 0,5 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,2 |
| Compuestos organoclorados | Organoclorados totales | mg/l | 0,05 |
| Cromo Hexavalente | Cr ⁶⁺ | mg/l | 0,5 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 250,0 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | 500,0 |
| Dicloroetileno | Dicloroetileno | mg/l | 1,0 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 15,0 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 20,0 |
| Hierro total | Fe | mg/l | 25,0 |
| Manganeso total | Mn | mg/l | 10,0 |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,01 |
| Níquel | Ni | mg/l | 2,0 |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | N | mg/l | 60,0 |
| Organofosforados | Especies Totales | mg/l | 0,1 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,5 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,5 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,5 |
| Sólidos Sedimentables | | ml/l | 20,0 |
| Sólidos Suspendedos Totales | | mg/l | 220,0 |
| Sólidos totales | | mg/l | 1 600,0 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁻² | mg/l | 400,0 |
| Sulfuros | S | mg/l | 1,0 |
| Temperatura | °C | | < 40,0 |
| Tensoactivos | Sustancias Activas al azul de metileno | mg/l | 2,0 |
| Tetracloruro de carbono | Tetracloruro de carbono | mg/l | 1,0 |
| Tricloroetileno | Tricloroetileno | mg/l | 1,0 |

b.1. Resultados del análisis de laboratorio de las muestras del agua residual del lavado de Jeans.



INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

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

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

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



Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

| | | | |
|--|---|----------------------------------|--|
| INFORME N° | OO3 | No. Orden | OT-04-18 |
| SOLICITADO POR: | DAYANTEX | | |
| DIRECCION: | Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 8/12/2017 | | |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 14:00 | | |
| MATRIZ DE LA MUESTRA | AGUA | | |
| DESCRIPCIÓN | AGUA RESIDUAL M3 | | |
| FECHA Y HORA DE MUESTREO | 08/12/2017, 11H00 | | |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA | 5/1/2018 | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | MUESTRA LÍQUIDA | | |
| MUESTREO POR | Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA | | |
| OBSERVACIONES | Muestra entregada al laboratorio por el cliente | | |
| INFORME | | | |
| IDENTIFICACION DE LA FUENTE | DAYANTEX | | |
| DESCRIPCIÓN | Tratamiento de aguas residuales | | |
| ESTADO DE LA FUENTE | ACTIVA (En operación) | | |
| RESULTADOS | | | |
| PARÁMETROS | UNIDADES | Muestra M3 (Agua Filtrada Grava) | METODO DE REFERENCIA |
| | | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 66,74 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 20,02 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 146,00 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN | | | |
| NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA | PARÁMETROS ANALIZADOS | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | |
| TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028 | DQO | 500 mg/l | |
| | DBO5 | 250 mg/l | |
| TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028 | COLOR | 15 U Pt-Co | |



Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

| INFORME N° | OO4 | No. Orden | OT-04-18 |
|--|---|------------------------------|--|
| SOLICITADO POR: | DAYANTEX | | |
| DIRECCION: | Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 15/12/2017 | | |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 13:00 | | |
| MATRIZ DE LA MUESTRA | AGUA | | |
| DESCRIPCIÓN | AGUA RESIDUAL M1 | | |
| FECHA Y HORA DE MUESTREO | 15/12/2017, 10H00 | | |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA | 5/1/2018 | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | MUESTRA LÍQUIDA | | |
| MUESTREADO POR | Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA | | |
| OBSERVACIONES | Muestra entregada al laboratorio por el cliente | | |
| INFORME | | | |
| IDENTIFICACION DE LA FUENTE | DAYANTEX | | |
| DESCRIPCIÓN | Tratamiento de aguas residuales | | |
| ESTADO DE LA FUENTE | ACTIVA (En operación) | | |
| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS | |
| | | MUESTRA M1(Agua sin Filtrar) | METODO DE REFERENCIA |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 509,64 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 152,9 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 1370 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN | | | |
| NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA | PARÁMETROS ANALIZADOS | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | |
| TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028 | DQO | 500 mg/l | |
| | DBO5 | 250 mg/l | |
| TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028 | COLOR | 15 U Pt-Co | |



Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

| INFORME N° | OO6 | No. Orden | OT-04-18 | |
|--|---|----------------------------------|----------|--|
| SOLICITADO POR: | DAYANTEX | | | |
| DIRECCION: | Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua | | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 15/12/2017 | | | |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 13:00 | | | |
| MATRIZ DE LA MUESTRA | AGUA | | | |
| DESCRIPCIÓN | AGUA RESIDUAL M3 | | | |
| FECHA Y HORA DE MUESTREO | 15/12/2017, 10H00 | | | |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA | 5/1/2018 | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | MUESTRA LÍQUIDA | | | |
| MUESTREO POR | Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA | | | |
| OBSERVACIONES | Muestra entregada al laboratorio por el cliente | | | |
| INFORME | | | | |
| IDENTIFICACION DE LA FUENTE | DAYANTEX | | | |
| DESCRIPCIÓN | Tratamiento de aguas residuales | | | |
| ESTADO DE LA FUENTE | ACTIVA (En operación) | | | |
| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS | | METODO DE REFERENCIA |
| | | Muestra M3 (Agua Filtrada Grava) | | |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 431,56 | | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 129,50 | | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 780,00 | | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN | | | | |
| NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA | PARÁMETROS ANALIZADOS | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | | |
| TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028 | DQO | 500 mg/l | | |
| | DBO5 | 250 mg/l | | |
| TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028 | COLOR | 15 U Pt-Co | | |



Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

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



Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

| INFORME N° | OO9 | No. Orden | OT-04-18 |
|--|---|----------------------------------|--|
| SOLICITADO POR: | DAYANTEX | | |
| DIRECCION: | Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Pelileo-Tungurahua | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 22/12/2017 | | |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 12:00 | | |
| MATRIZ DE LA MUESTRA | AGUA | | |
| DESCRIPCIÓN | AGUA RESIDUAL M3 | | |
| FECHA Y HORA DE MUESTREO | 22/12/2017 09H00 | | |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA | 5/1/2018 | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | MUESTRA LÍQUIDA | | |
| MUESTREADO POR | Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA | | |
| OBSERVACIONES | Muestra entregada al laboratorio por el cliente | | |
| INFORME | | | |
| IDENTIFICACION DE LA FUENTE | DAYANTEX | | |
| DESCRIPCIÓN | Tratamiento de aguas residuales | | |
| ESTADO DE LA FUENTE | ACTIVA (En operación) | | |
| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS | |
| | | Muestra M3 (Agua Filtrada Grava) | METODO DE REFERENCIA |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 511,70 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 153,30 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 605,00 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN | | | |
| NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA | PARÁMETROS ANALIZADOS | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | |
| TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028 | DQO | 500 mg/l | |
| | DBO5 | 250 mg/l | |
| TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028 | COLOR | 15 U Pt-Co | |



Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

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



Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

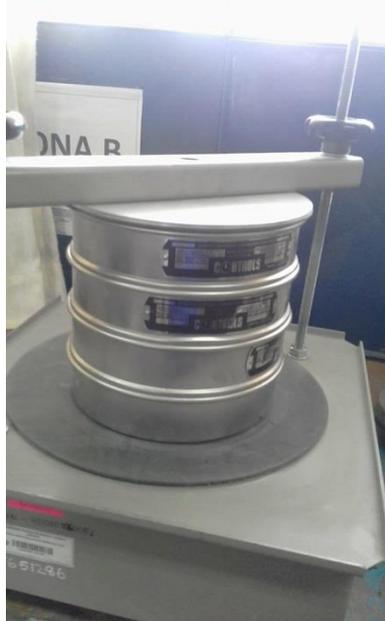
| INFORME N° | O12 | No. Orden | OT-04-18 |
|--|---|----------------------------------|--|
| SOLICITADO POR: | DAYANTEX | | |
| DIRECCION: | Km 11 Barrio El Tambo, Av. Confraternidad Petileo-Tungurahua | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 29/12/2017 | | |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 11:45 | | |
| MATRIZ DE LA MUESTRA | AGUA | | |
| DESCRIPCIÓN | AGUA RESIDUAL M3 | | |
| FECHA Y HORA DE MUESTREO | 29/12/2017, 10H00 | | |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA | 5/1/2018 | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | MUESTRA LÍQUIDA | | |
| MUESTREO POR | Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA | | |
| OBSERVACIONES | Muestra entregada al laboratorio por el cliente | | |
| INFORME | | | |
| IDENTIFICACION DE LA FUENTE | DAYANTEX | | |
| DESCRIPCIÓN | Tratamiento de aguas residuales | | |
| ESTADO DE LA FUENTE | ACTIVA (En operación) | | |
| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS | |
| | | Muestra M3 (Agua Filtrada Grava) | METODO DE REFERENCIA |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 150,40 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/L | 45,00 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B |
| COLOR | U Pt-Co | 280,00 | Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B |
| COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN | | | |
| NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA | PARÁMETROS ANALIZADOS | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | |
| TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028 | DQO | 500 mg/l | |
| | DBO5 | 250 mg/l | |
| TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028 | COLOR | 15 U Pt-Co | |



Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

c.1. Archivos fotográficos

| ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y DENSIDAD DEL MATERIAL | |
|---|--|
|  |  |
| Pesamos 8800gr de grava. | Balanza mecánica |
|  |  |
| Colocamos la muestra de grava sobre los tamices | Enrazamos y dividimos en cuatro partes |



Colocamos el material fino en el tamiz eléctrico.



Material para el ensayo de densidad de la grava.



Pesando la canastilla vacía sumergida en el agua



Pesando la canastilla con material sumergida en agua.

FOTOS DE LOS PROCESOS DE LA FABRICA DAYANTEX



Pesaje de la tela cruda.



Pesaje de tela jean.



Antes del lavado se realizan las manualidades a las prendas.



Máquina de lavado.



Máquina de secado



Rejillas por donde sale el agua residual.



Canal por donde se conduce el agua residual.



Proceso de teñido y suavizado.

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Caldera de la industria.</p> | <p>Sedimentador y tanque cisterna del proceso de tratamiento de agua residual.</p> |

| FOTOGRAFÍAS PREVIO A LA BIOFILTRACIÓN Y POSTERIOR A LA BIOFILTRACIÓN. | | |
|---|---|--|
| Días de filtración | Colocación del agua en el filtro | Agua después de la filtración |
| <p>1</p> |  |  |

2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



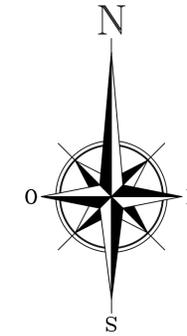
15



16

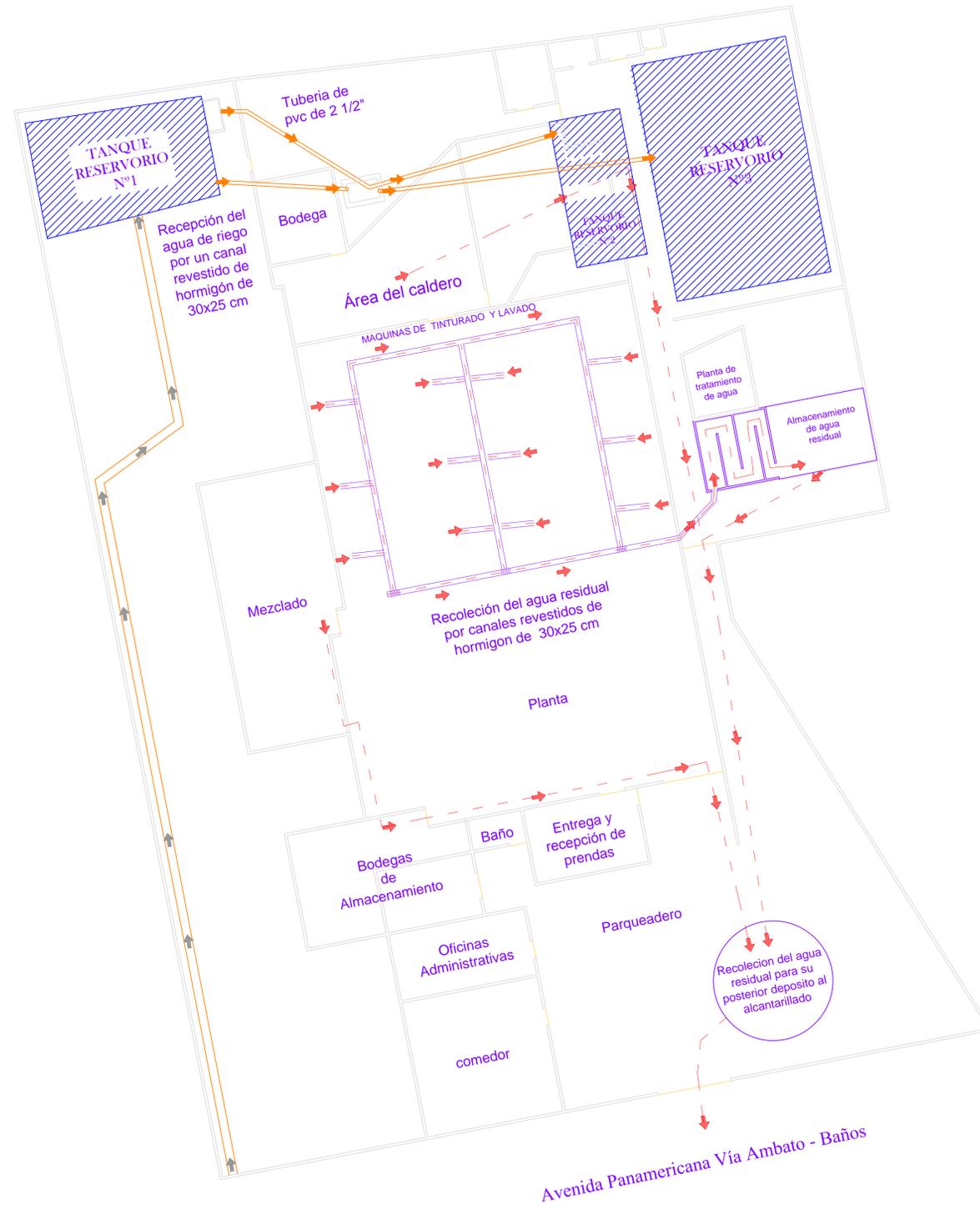


PLANIMETRÍA DE LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS DAYANTEX



| | | |
|--|---|---|
| UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO | | Fecha FEBRERO.-2018 |
| Contiene : Planimetría de la Lavandería DAYANTEX | | |
| ELABORADO POR: <small>Ing. Ana Isabel Toapanta Yanchaliquin 0202304556</small> | Revisado por: <small>Ing. Dilon Moya</small> |  |
| PROYECTO: ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS DAYANTEX UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA | | ESCALA: S/N 1/2 |

INSTALACIONES HIDRÁULICAS DE LA INDUSTRIA DAYANTEX



| SIMBOLOGÍA: | |
|-------------|--|
| | Abastecimiento de agua de riego para el sistema operativo de la industria. |
| | Descarga interna del efluente de la industria. |
| | Tanques de reserva. |



| | | |
|---|---------------------------------------|--|
| | UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO | Fecha FEBRERO.-2018 |
| Contiene : Instalaciones Hidráulicas: Pípa de agua de ingreso y descarga de la industria | | |
| ELABORADO POR: Ing. Ana Isabel Toapanta Yaschallquin 0202304556 | Revisado por: Ing. Dillon Moya | |
| PROYECTO: ANÁLISIS DE GRAVA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS DAYANTEX UBICADA EN EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA | | ESCALA: S/N H O J A 2 / 2 |