



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:

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES
INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN
EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO**

AUTOR: QUINGA MAYORGA CHRISTIAN JAVIER

TUTOR: ING. MG. EDUARDO PAREDES

Ambato-Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. MG. BOLIVAR EDUARDO PAREDES, en calidad de Tutor del Trabajo de investigación sobre el tema: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO” del Sr. Christian Javier Quinga Mayorga, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, certifico que dicha investigación se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría.

Ambato, octubre del 2017

Ing. Mg. Eduardo Paredes

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Christian Javier Quinga Mayorga de C.I. 180481978-5, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil, certifico que los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO” son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo.

Ambato, octubre del 2017

Christian Javier Quinga Mayorga
AUTOR

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación experimental o parte del mismo, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

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

Ambato, octubre del 2017

Christian Javier Quinga Mayorga

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, prueban el informe de investigación, sobre el tema: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO” del egresado **Christian Javier Quinga Mayorga** de la Carrera de Ingeniería Civil, 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.

Ambato, octubre del 2017

Para constancia firman:

Ing. Mg. Fabián Morales

Ing. Mg. Alex López

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a Dios por darme la sabiduría y saber guiarme en cada paso de mi vida

A mi padre, Ing. Edwin Quinga, por brindarme su apoyo incondicional en cada una de mis acciones, como también agradecerle por compartir sus conocimientos y sapiencia.

A mi madre, Mónica Mayorga, por ser un paradigma de lucha y sencillez.

A mis hermanas, Génesis y Sarahi por ser el complemento en mi vida.

A Fernanda por estar siempre conmigo en todos los malos y buenos momentos

A toda mi familia, por ser parte de mi vida en el día a día.

Christian Quinga

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza y alumbrar mi camino para llegar al éxito.

A mi familia, por ser el pilar fundamental en cada paso de mi carrera universitaria.

A mis amigos y compañeros, por compartir momentos inolvidables que quedarán marcados en mi vida.

A GAD Pelileo por la información emitida sobre las lavanderías y tintorerías de jean del Cantón Pelileo

A la Empresa “SERVICOLOR” con su gerente Álvaro Manjarrez por la facilidad de obtener las muestras del agua industrial.

A mi tutor, Ing. Mg. Eduardo Paredes por su profesionalismo y guía en el desarrollo del proceso de investigación.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por brindarme su ayuda y conocimiento sin beneficio alguno.

Christian Quinga

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

| | |
|--|-------------|
| CARÁTULA | I |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | II |
| AUTORÍA DEL TRABAJO | III |
| DERECHOS DEL AUTOR | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | V |
| ING. MG. ALEX LÓPEZ | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| ÍNDICE GENERAL | VIII |
| RESUMEN EJECUTIVO | XVII |
| CAPÍTULO I | 1 |
| ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES | 1 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.4 OBJETIVOS | 6 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL: | 6 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 6 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 7 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.1 TIPOS DE TRATAMIENTOS | 7 |
| 2.1.1.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR | 7 |
| 2.1.1.1.1. REJILLAS..... | 7 |
| 2.1.1.1.2. DESARENADOR | 7 |
| 2.1.1.1.3. TANQUE HOMOGENEIZADOR | 8 |
| 2.1.1.2. TRATAMIENTO PRIMARIO | 8 |
| 2.1.1.2.1. TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA..... | 9 |
| 2.1.1.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO | 10 |
| 2.1.1.3.1. TANQUE FLOCULADOR MEDIANTE FLOTACIÓN DE AIRE DISUELTO (DAF) ... | 10 |
| 2.1.1.4. TRATAMIENTO Terciario..... | 11 |
| 2.1.1.4.1. REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE EN MANTO DE LODOS (UASB) | 11 |
| 2.1.2. PARÁMETROS DE CONTROL DE LAS AGUAS INDUSTRIALES | 13 |
| 2.1.2.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5) | 13 |
| 2.1.2.2 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO) | 13 |
| 2.1.2.3 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) | 14 |
| 2.1.2.3 PH..... | 14 |
| 2.1.2.4 TURBIEDAD..... | 14 |
| 2.1.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL | 14 |
| 2.2 HIPÓTESIS | 19 |
| 2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS | 19 |
| CAPÍTULO III | 20 |
| METODOLOGÍA..... | 20 |
| 3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN | 20 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 21 |
| 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN..... | 23 |
| 3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN | 24 |
| CAPÍTULO IV..... | 26 |
| 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 26 |
| 4.1.1 UBICACIÓN DEL LUGAR EN ESTUDIO..... | 32 |
| 4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 32 |
| 4.2.1 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS | 33 |
| 4.2.2 ANÁLISIS POR PARÁMETRO. | 36 |
| TABLA 19: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AFLUENTE Y EFLUENTE (TURBIDEZ) | 36 |
| 4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 41 |
| CAPÍTULO V | 49 |
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 49 |
| 5.2 RECOMENDACIONES | 50 |
| MATERIAL DE REFERENCIA | 51 |
| 1 BIBLIOGRAFÍA..... | 51 |
| 2. ANEXOS | 54 |
| 2.1 DISEÑO DEL TRATAMIENTO | 54 |
| 2.1.1 BASES DE DISEÑO | 54 |
| 2.1.1.1 ETAPAS DE IMPLANTACIÓN:..... | 54 |
| 2.1.1.2. CÁLCULO DE CAUDAL:..... | 54 |
| 2.1.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES | 58 |
| 2.1.2 FASE I.- TRATAMIENTO PRELIMINAR | 67 |
| 2.1.2.1 DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL DESARENADOR. | 68 |

| | |
|--|-----|
| 2.1.2.2 CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL CANAL DESARENADOR..... | 69 |
| 2.1.2.3 DISEÑO DE LA CANALETA PARSHALL | 75 |
| 2.1.2.4 TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN. | 79 |
| 2.1.3 FASE II.- TRATAMIENTO PRIMARIO | 80 |
| 2.1.3.1 TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA..... | 80 |
| 2.1.4 FASE III.- TRATAMIENTO SECUNDARIO | 85 |
| 2.1.4.1 CÁLCULO DEL FLOCULADOR MEDIANTE FLOTACIÓN DE AIRE DISUELTO (DAF) | 85 |
| 2.1.5 FASE IV.- TRATAMIENTO TERCARIO..... | 89 |
| 2.1.5.1 CÁLCULO DEL DIGESTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE EN MANTO DE LODOS (UASB)..... | 89 |
| 2.2 RESULTADOS DE LAS MUESTRAS MINICONS (RESULTADOS) | 95 |
| 2.3 IMÁGENES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | 100 |
| 2.4 PLANOS PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 109 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|-----|
| Ilustración 1 Reactor UASB | 2 |
| Ilustración 2: Zona de Aceptación y Rechazo | 47 |
| Ilustración 3: Efluente de la lavandería y tintorería de Jeans | 100 |
| Ilustración 4: Recolección del agua residual industrial. | 100 |
| Ilustración 5: Llenado en el tanque de muestreo. | 100 |
| Ilustración 6: Recolección de agua residual. | 100 |
| Ilustración 7: Maqueta de la planta de tratamiento Tipo. | 101 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 8: Sellamiento de cada uno de los tanques. | 101 |
| Ilustración 9: Visualización del tratamiento preliminar (Rejilla, desarenador y canal parshall). | 102 |
| Ilustración 10: Tanque de homogeneización | 102 |
| Ilustración 11: Tratamiento primario (Tanque de sedimentación primaria)..... | 102 |
| Ilustración 12: Tratamiento Secundario (DAF)..... | 102 |
| Ilustración 13: Tratamiento terciario (UASB)..... | 103 |
| Ilustración 14: Abastecimiento de agua residual a la planta | 103 |
| Ilustración 15: Entrada del agua residual. | 103 |
| Ilustración 16: Sulfato de Aluminio | 103 |
| Ilustración 17: Dosificación del sulfato de aluminio para el Prototipo. | 104 |
| Ilustración 18: Llenado del tanque de homogeneización. | 104 |
| Ilustración 19: Llenado del tanque de sedimentación primaria. | 104 |
| Ilustración 20: Llenado del DAF..... | 104 |
| Ilustración 21: Aireación del DAF | 105 |
| Ilustración 22: Colocación del Sulfato de Aluminio | 105 |
| Ilustración 23: Llenado del UASB | 106 |
| Ilustración 24: Recolección de la muestra. | 106 |
| Ilustración 25: Envase de recolección de muestra. | 106 |
| Ilustración 26: Muestra de efluente | 107 |
| Ilustración 27: Muestra de afluente y efluente. | 107 |
| Ilustración 28: Muestra de afluente y efluente. | 107 |
| Ilustración 29: Muestra de afluente y efluente. | 107 |
| Ilustración 30: Muestra de afluente y efluente. | 108 |
| Ilustración 31: Refrigeración de las muestras..... | 108 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Tratamientos preliminares | 8 |
| Tabla 2: Tratamiento primario..... | 9 |
| Tabla 3: Tratamiento secundario | 10 |
| Tabla 4: Tratamiento terciario | 12 |
| TABLA 5: Límites para descargas de efluentes industriales a sistemas de alcantarillado | 15 |
| TABLA 6: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público | 17 |
| Tabla 7: Operacionalización de la variable independiente | 22 |
| Tabla 8: Operacionalización de la variable dependiente | 23 |
| Tabla 9: Lavanderías y tintorerías de jean catastradas en el GAD Municipal del cantón Pelileo | 27 |
| Tabla 10: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2012..... | 28 |
| Tabla 11: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2013 | 29 |
| Tabla 12: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2014..... | 30 |
| Tabla 13: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2015 | 31 |
| Tabla 14: Análisis físico-químico del afluente y efluente (TURBIDEZ) | 33 |

| | |
|--|----|
| Tabla 15: Análisis físico-químico del afluente y efluente (SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) | 34 |
| Tabla 16: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DQO)..... | 34 |
| Tabla 17: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DBO5)..... | 35 |
| Tabla 18: Análisis físico-químico del afluente y efluente (PH) | 36 |
| Tabla 19: Análisis físico-químico del afluente y efluente (TURBIDEZ) | 36 |
| Tabla 20: Análisis físico-químico del afluente y efluente (SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) | 37 |
| Tabla 21: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DQO)..... | 38 |
| Tabla 22: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DBO5)..... | 39 |
| Tabla 23: Análisis físico-químico del afluente y efluente (PH) | 40 |
| Tabla 24: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DBO5)..... | 43 |
| Tabla 25: Análisis estadístico prueba "t" DBO5 | 43 |
| Tabla 26: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DQO)..... | 44 |
| Tabla 27: Análisis estadístico prueba "t" (DQO) | 44 |
| Tabla 28: Análisis físico-químico del afluente y efluente (SST) | 45 |
| Tabla 29: Análisis estadístico prueba "t" (SST) | 45 |
| Tabla 30: Análisis físico-químico del afluente y efluente (TURBIDEZ) | 46 |
| Tabla 31: Análisis estadístico prueba "t" (TURBIDEZ) | 46 |
| Tabla 32: Aforos realizados a las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean | 55 |
| Tabla 33: Estadística Descriptiva de los Aforos..... | 56 |
| Tabla 34: Estadística Descriptiva de los Aforos..... | 58 |
| Tabla 35: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2012..... | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabla 36: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2012 | 60 |
| Tabla 37: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2013..... | 61 |
| Tabla 38: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2013 | 62 |
| Tabla 39: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2014..... | 63 |
| Tabla 40: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2014 | 64 |
| Tabla 41: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2015..... | 65 |
| Tabla 42: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2015 | 66 |
| Tabla 43: Valores de DBO, DQO, SST y PH para el diseño | 67 |
| Tabla 44: Velocidades de sedimentación según Imhoff | 69 |
| Tabla 45: Dimensionamiento del tanque de homogenización..... | 79 |
| Tabla 46: Recomendaciones para Dimensionamiento del tanque de sedimentación | 81 |
| Tabla 47: Constantes para el cálculo de remoción en un tanque de sedimentación primaria..... | 81 |
| Tabla 48: Constantes para el cálculo de la velocidad de arrastre en un tanque de sedimentación primaria..... | 84 |
| Tabla 49: Especificaciones para el diseño del Floculador..... | 86 |
| Tabla 50: Especificaciones del DAF | 89 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Comportamiento de la turbidez en el afluente y efluente..... | 37 |
| Gráfico 2: Comportamiento de los sólidos suspendidos totales en el afluente y efluente. | 38 |
| Gráfico 3: Comportamiento del DQO en el afluente y efluente..... | 39 |
| Gráfico 4: Comportamiento del DBO5 en el afluente y efluente..... | 40 |
| Gráfico 5: Comportamiento del PH en el afluente y efluente. | 41 |
| Gráfico 6: Estadística Descriptiva de los Aforos..... | 57 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto experimental tiene la finalidad de facilitar la información de una planta de tratamiento tipo para aguas industriales provenientes de lavanderías y tintorerías de jean, su alta eficiencia y su modelo de construcción.

Previamente se realizó una recolección de datos de todas las lavanderías y tintorerías de jean con cada uno de sus análisis del efluente expulsado por estas plantas, con el fin de diseñar una planta de tratamiento tipo con caudal medio representativo, que cumpla con los parámetros de DBO, DQO, SST, Ph, Turbiedad que nos especifica el TULSMA y el Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias - Norma CO 10.7 – 601 abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana.

Esta investigación experimental analiza la eficiencia obtenida por la planta de tratamiento tipo por cada uno de los tratamientos propuestos, siendo utilizado como tratamiento preliminar un canal desarenador, rejilla y un canal parshall; como tratamiento primario tenemos un tanque homogeneizador y un tanque de sedimentación primaria, posterior tenemos un (DAF) tanque floculador mediante flotación de aire disuelto como tratamiento secundario y finalmente un (UASB) Reactor anaerobio de flujo ascendente en manto de lodos como tratamiento terciario.

Se realizaron 10 corridas con muestra de afluente y efluente en nuestra planta de tratamiento tipo

Las muestras para comprobar la eficiencia de nuestra planta tipo fueron obtenidas de una lavandería y tintorería de Jean escogida en forma aleatoria.

SUMMARY

The present experimental project has the purpose of facilitating the information of a type treatment plant for industrial water coming from jean laundry and dyeing, its high efficiency and its construction model.

Previously a data collection of all the dryers and dryers of jean with each one of its analyzes of the effluent expelled by these plants was carried out, in order to design a type treatment plant with average representative flow, that complies with the parameters of DBO , DQO, SST, Ph, Turbiedad that specifies to us the TULSMA and the Ecuadorian Code for the Design of the Construction of Sanitary Works - Standard CO 10.7 - 601 supply of drinking water and wastewater disposal in the urban area.

This experimental research analyzes the efficiency obtained by the treatment plant type for each one of the proposed treatments, being used as preliminary treatment a desander channel, grid and a parshall channel; As a primary treatment we have a homogenizing tank and a primary sedimentation tank, we have a (DAF) flocculating tank by means of dissolved air flotation as a secondary treatment and finally an UASB anaerobic upflow reactor in sludge mantle as a tertiary treatment.

We carried out 10 runs with tributary and effluent sample in our type treatment plant.

Samples to check the efficiency of our type plant were obtained from a Jean laundry and dry cleaner chosen at random.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Tema del trabajo experimental

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO.

1.2 Antecedentes

Las industrias textiles son consideradas las principales generadoras de contaminantes de agua y desechos peligrosos debido a que en el proceso de lavado y tinturado utilizan la mayor parte de químicos nocivos tanto para el medio ambiente como para quebradas, ríos, y en especial a los sistemas de alcantarillados existentes.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales juegan un papel muy importante dentro de una empresa textilera, que está en constante evacuación de efluentes con alto grado de contaminación (orgánico e inorgánico) [1]; las mismas que deberían cumplir con los siguientes procesos: preliminar, primario, secundario y terciario [2]; lo que resultaría en un eficiente tratamiento del agua, y con mínimos niveles de contaminación, controlando parámetros importantes como el DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno), SST (Sólidos Suspendidos Totales), PH y turbiedad [3].

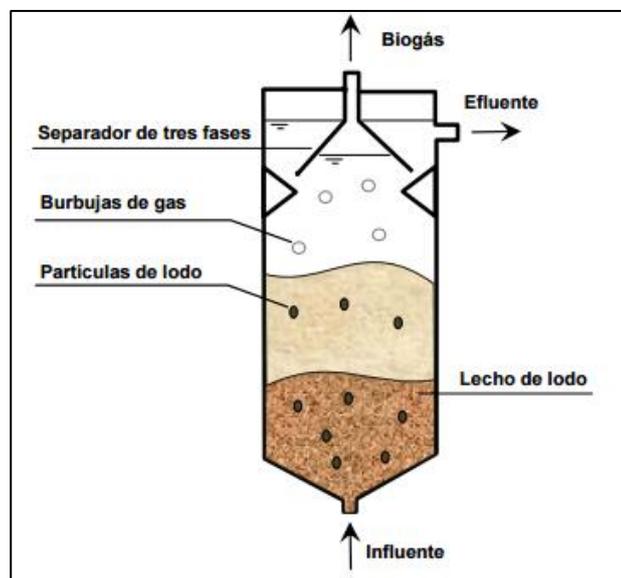
Investigaciones realizadas previamente en el tema de tratamiento de aguas industriales recomiendan el uso del Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente con Manto de Lodos (UASB, por sus siglas en inglés) [4], por su alta eficiencia específicamente como tratamiento terciario y que además, es asequible dentro de cualquier análisis costo-beneficio de una empresa textilera.

Estudios realizados por la Universidad de la Coruña (España), demuestran que el reactor UASB es eficiente para aguas industriales de textiles, con buenas respuestas en la eliminación de materia orgánica, entre el 65 y 75% de remoción; además de sus bajos costos de producción y operación.

En la operación de este reactor UASB se desarrolla un lodo altamente concentrado en la parte del fondo, el mismo que tiene excelentes características de sedimentación. El desarrollo de lodo granular (diámetros que varían de 1 a 5 mm) dependiendo de la naturaleza de lodo inoculado de las características del agua residual y de las condiciones de operación del reactor [5].

Veiga Barbazan, M, “Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB) FT-BIO-009 ” Ficha Técnica, 2015.

Ilustración 1 Reactor UASB



Fuente: Artículo Técnico de Universidad de la Coruña.

Investigaciones adicionales indican que el reactor UASB es el más aplicado a nivel mundial en aguas residuales industriales. En aguas de tipo municipal, es también una tecnología con bastante aplicación, particularmente en Brasil, Colombia, India y México.

A pesar de que el reactor UASB es un proceso relativamente sencillo de operar con aguas de tipo industrial, su simplicidad no implica que no se requiera de

atención y cuidado en su diseño y operación. El buen diseño de un reactor UASB es esencial para su correcto funcionamiento. Este reactor debe estar diseñado principalmente para la carga hidráulica presente, mas no para cantidad de materia orgánica [6].

Vásquez Nuñez, G, “Panorama de Tratamiento de aguas residuales con tecnología anaerobia en la costa atlántica colombiana” Tesis Universidad Nacional de Colombia,2013.

Estudios realizados en México demuestran que el agua de la industria textil generalmente mantiene niveles de DBO5 de alrededor de 1600 mg./l, por lo que se puede utilizar diferentes sistemas de tratamiento, entre ellos los reactores anaerobios de flujo ascendente. Estos reactores son capaces de deshacer los enlaces que presentan las tintas utilizadas en el teñido. Este sistema da como resultado una agua libre de coloración y apta para el re-uso ya sea para la misma empresa textil o para la agricultura, los valores de pH comunes en la industria textil son ideales para el proceso y las aguas son fácilmente degradables en forma anaerobia a un costo muy bajo, lo que coloca a esta tecnología como óptima y es cada vez más utilizada [7].

Imbrium, G, “Tratamiento de las aguas residuales”2009.

1.3 Justificación

A nivel continental la industria textil es considerada como uno de los principales generadores de contaminantes de agua y desechos peligrosos debido a que en el proceso de fabricación incluye diversas etapas que provocan una seria contaminación al medio ambiente.

Según estudios realizados en México, el tratamiento de aguas residuales industriales es un problema ambiental, al que le han dado la respectiva atención ya

que muchos colorantes y aditivos textiles son tóxicos y no biodegradables y, en consecuencia, son descargados a canales y ríos, permaneciendo en el ambiente. Para su tratamiento existen procesos físicos, químicos y biológicos, que pueden ser aplicados para remover colorantes de las aguas residuales [8].

A nivel Nacional El texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS), Libro Sexto; La Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes es muy clara y concisa en la cual en su capítulo “4.2 Criterios Generales para la descarga de efluentes”, menciona que deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción, sin embargo, en el caso específico de las lavadoras y tintorerías de jean, se producen gran cantidad de residuos líquidos una vez ejecutadas sus actividades, por lo cual se ve necesario realizar un tratamiento de las aguas residuales emitidas tras los procesos de lavado y tintorerías [9].

Investigaciones adicionales indican que el sistema de tratamiento de aguas residuales de lodos activados es el proceso biológico más ampliamente utilizado para la depuración de aguas residuales industriales, donde a través del aporte de oxígeno y turbulencia, se llevan a cabo una serie de procesos de biodegradación (oxidación de la materia orgánica disuelta en el agua) y biosíntesis (producción de una nueva biomasa celular), y cuya finalidad es la producción de un clarificado bajo en DBO, DQO, Sólidos Suspendidos, Grasas y Turbiedad [10].

Adicionalmente otros procesos, como por ejemplo el método de electrocoagulación, son más óptimos en la remoción del color y otros parámetros como el DBO, DQO, turbidez, entre otros, en tal virtud es necesario llevar la experimentación del laboratorio a escala industrial, en la cual intervenga el diseño automatizado del

prototipo que permitirá el tratamiento del agua residual industrial textil antes mencionada [11].

Otro método es el tratamiento Físico-Químico que es eficaz desde el punto de vista textil dado que, el efluente a tratar contiene material contaminante (tinte), además no reacciona con los reactivos usados en la (coagulación y floculación); también se dispone de un sistema de separación sólido líquido adecuado y efectivo; adicionalmente se eliminan los contaminantes en forma de sólidos orgánicos e inorgánicos disueltos, usando tecnologías de membranas u osmosis inversa [12].

A nivel cantonal en el año 2010, La empresa Vicunha Textil del Ecuador realizó un estudio en el cual se indica que dentro del cantón de Pelileo existen 58 empresas de Lavanderías y Tintorerías catastradas en el Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Municipal de Pelileo. Adicionalmente se proporcionó la información respecto a los análisis físicos químicos realizados a las aguas residuales provenientes de cada una de las mencionadas empresas, además de información de los parámetros que cumple cada una de las empresas, esto basado en su caudal y un análisis realizado en laboratorios especializados en aguas industriales a nivel nacional. [13].

La investigación de este proyecto se encuentra enfocada, en realizar un prototipo de una planta de tratamiento para aguas industriales para que sean utilizadas en las lavadoras y tintorerías de jeans de la ciudad de Pelileo, utilizando los datos proporcionados por el Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Municipal de Pelileo; buscando que el resultado costo-beneficio sea accesible a todas las empresas del sector, evitando adicionalmente la contaminación ambiental producida por la utilización de químicos tóxicos y no biodegradables perjudiciales para los seres humanos y el medio ambiente y que son evacuados a los efluentes del sector.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General:

Diseñar una planta de tratamiento tipo de aguas industriales proveniente de lavadoras y tintorerías de jean en el Cantón San Pedro de Pelileo

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Determinar y caracterizar los contaminantes más comunes presentes en las aguas residuales de las lavadoras y tintorerías de jean en el Cantón Pelileo.
- Diseñar la planta de tratamiento tipo a ser utilizada en las lavanderías y tintorerías del Cantón Pelileo.
- Evaluar la calidad de aguas resultantes por la planta de tratamiento tipo a ser utilizada en las industrias textiles del Cantón Pelileo.

CAPÍTULO II

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 Tipos de Tratamientos

2.1.1.1. Tratamiento Preliminar

Es la remoción de sólidos gruesos y de partículas sedimentables mediante operaciones física o mecánicas para la retención de cuerpos grandes como son ramas, palos que pueden afectar a los tratamientos siguientes.

Previo al proceso de tratamiento primario es común utilizar rejilla, desarenador y un tanque de homogenización como tratamiento preliminar.

La implementación de la rejilla y desarenador son necesarios y comunes en todo tipo de plantas de tratamiento de aguas industriales ya que estas prevén el ingreso de sólidos gruesos que puedan perjudicar a los posteriores tratamientos. Además en esta investigación se propone implementar un tanque de homogenización cuyo efluente será un caudal constante y que garantizará el correcto funcionamiento del reactor UASB.

2.1.1.1.1. Rejillas

Son necesarias para permitir el paso de agua e impedir el paso de material grueso, son de forma unidireccional y de varilla de acero.

2.1.1.1.2. Desarenador

Protege de las partículas duras, como arena y otros materiales no adheribles a las unidades que se encuentran aguas abajo en el proceso de tratamiento.

2.1.1.1.3. Tanque Homogeneizador

Esta unidad se encarga de recibir las fluctuaciones del afluente (Caudales máximos, medios y mínimos) almacenando un volumen de equilibrio para asegurar un caudal constante en los próximos tratamientos.

Tabla 1: Tratamientos preliminares

| TRATAMIENTOS | PRELIMINAR | | |
|-----------------------|--|--|---|
| Procesos | REJILLA Retención de sólidos grandes | DESARENADOR Sedimentación de sólidos gruesos | TANQUE HOMOGENIZADOR Caudal Variable - Caudal Constante |
| Característica | | | |
| Remoción de sólidos | 60-80% | 70-80% | |
| Posible olor | No | No | No |
| Costo | \$ | \$ | \$ |
| Área necesaria | Pequeña | Pequeña | Depende del caudal |
| Manutención-Operación | Muy Simple | Simple | Simple |
| Subproductos | Sólidos | Sólidos | |

| Costo | |
|----------|--------|
| Reducido | \$ |
| Moderado | \$\$ |
| Alto | \$\$\$ |

Fuente: Autor

2.1.1.2. Tratamiento Primario

En el tratamiento primario se realiza la remoción de sólidos orgánicos sedimentables con lo que se consigue disminuir la carga orgánica que recibe la unidad de tratamiento biológico.

La remoción de sólidos orgánicos sedimentables se propone mediante un Tanque de Sedimentación Primaria porque según Valencia Montoya, G, profesor Internacional CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) 2008

“es uno de los procesos más utilizados en los sistemas de tratamientos de aguas industriales como proceso de tratamiento anterior o previo al tratamiento biológico propiamente dicho”. (pág. 15) [14].

2.1.1.2.1. Tanque de Sedimentación Primaria

Es una cámara donde se realiza la remoción de una significativa proporción de materia orgánica en suspensión, pero poco o nada de la materia orgánica en estado coloidal o disuelto.

Tabla 2: Tratamiento primario

| TRATAMIENTOS | TRATAMIENTO PRIMARIO |
|-----------------------|---|
| Proceso | TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA Sedimentación sólidos pequeños hasta un diámetro 0.2mm, existe un proceso mínimo de biodegradación |
| Característica | |
| Remoción de sólidos | 30-60% |
| Remoción de DBO | 25-35% |
| Remoción de DQO | 15-30% |
| PH | 6,5-8 |
| Posible olor | Poco |
| Costo | \$ |
| Área necesaria | Pequeña |
| Manutención-Operación | Simple |
| Subproductos | Lodos |

| Costo | |
|----------|--------|
| Reducido | \$ |
| Moderado | \$\$ |
| Alto | \$\$\$ |

Fuente: Autor

2.1.1.3. Tratamiento Secundario

Básicamente es la eliminación de sólidos en suspensión y compuestos orgánicos biodegradables, este proceso permite reducir la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días con un PH en el rango entre 6 y 8.

El tratamiento que se propone es un tanque floculador mediante flotación de aire disuelto (DAF) por su alta eficiencia, fácil operación y mantenimiento, área pequeña de implantación, y costo accesible para las empresas. Además este proceso es particularmente importante por la presencia de micro burbujas que logra una operación libre de turbulencia en el caso de sólidos aglomerados o flóculos de estructura débil que generalmente están presentes en las aguas industriales de textiles; por lo que es una ventaja trabajar con este tratamiento en la depuración de aguas industriales [15].

Salas Colotta, G, Diseño de un flotador por aire disuelto en el tratamiento del agua residual de un textil, Vol 7, Pag 39

2.1.1.3.1. Tanque Floculador mediante flotación de aire disuelto (DAF)

Este tanque separa sólidos de un líquido por medio del uso de burbujas de aire muy finas. Estas burbujas se adhieren a la materia en suspensión reduciendo en forma temporaria su densidad. Las burbujas flotan y hacen que las partículas suban a la superficie para ser removidas por un dispositivo de desnatado.

Tabla 3: Tratamiento secundario

| TRATAMIENTOS | TRATAMIENTO SECUNDARIO |
|---------------------|--|
| Proceso | FLOCULADOR MEDIANTE FLOTACIÓN DE AIRE DISUELTO (DAF) |
| Característica | FLOCULACIÓN |
| Remoción de sólidos | 80-90% |
| Remoción de DBO | 60-80% |
| Remoción de DQO | 30-40% |
| PH | 6,0-8,0 |
| Color | Si |
| Posible olor | No |

| | |
|-----------------------|---------------|
| Costo | \$\$ |
| Área necesaria | Pequeña |
| Manutención-Operación | Poco Compleja |
| Subproductos | Lodos |

| | |
|--------------|--------|
| Costo | |
| Reducido | \$ |
| Moderado | \$\$ |
| Alto | \$\$\$ |

Fuente: Autor

2.1.1.4. Tratamiento Terciario

Este es un tratamiento adicional que se realiza para aguas industriales la cual permite obtener un efluente de excelente calidad, razón por la cual en algunos de los casos estas aguas son reutilizadas para el campo agrícola.

Para este tratamiento utilizaremos la implementación del reactor UASB tomando en cuenta aspectos económicos, de operación y mantenimiento, de tal manera que el proceso y diseño se adapten a la realidad socio-económica de las empresas de lavandería y tintorería de Jean. Esta alternativa resulta atractiva, bajo esta coyuntura en donde la actividad biológica se realiza de un ambiente desprovisto de oxígeno disuelto y por ende área pequeña de construcción. Además el reactor UASB es muy eficiente bajando la carga orgánica presente en las aguas industriales con caudales constantes para lo que se prevé un tanque de homogenización en el tratamiento preliminar.

2.1.1.4.1. Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente en manto de lodos (UASB)

El reactor UASB tiene su inicio en los años setenta proveniente de los Países Bajos, siendo el más usado en el sistema anaeróbico.

El afluente a ser tratado en este reactor, ingresa por el fondo y recorre en un flujo ascendente, siendo el efluente tratado descartado por la tapa del decantador;

inicialmente el agua residual atraviesa una cámara de lodo biológico, donde ocurre una transformación de materia orgánica presente en biogás.

“El UASB es un tanque imhoff al revés, este reactor se caracteriza por remover materia orgánica de las aguas residuales por bacterias anaerobias concentrada en un manto de lodos.” CEPIS centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente.

Tabla 4: Tratamiento terciario

| TRATAMIENTOS | TRATAMIENTO TERCIARIO |
|-----------------------|--|
| Proceso | REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE EN MANTO DE LODOS (UASB) |
| Característica | |
| Remoción de sólidos | 60-80% |
| Remoción de DBO | 70 - 80% |
| Remoción de DQO | 35-40% |
| PH | 6,0-8,0 |
| Color | Si |
| Posible olor | Si |
| Costo | \$ |
| Área necesaria | Pequeña |
| Manutención-Operación | Simple |
| Subproductos | Biogás - Lodo |

| Costo | |
|----------|--------|
| Reducido | \$ |
| Moderado | \$\$ |
| Alto | \$\$\$ |

Fuente: Autor

2.1.2. Parámetros de control de las Aguas Industriales

Para la planta de tratamiento tipo tomaremos en cuenta los siguientes parámetros como son el DBO5, DQO, SST, PH y TURBIEDAD.

Debido al costo de los análisis de las aguas residuales (afluentes y efluentes) se ha decidido escoger estos 5 parámetros los cuales serán analizados antes y después de que la muestra pase por nuestro prototipo.

2.1.2.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para que pueda descomponer la materia orgánica.

La Norma CO 10.7 – 601 abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana, capítulo 10 Sistemas de tratamientos de aguas residuales menciona que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) es la “*Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días y 20° centígrados).*” [16].

2.1.2.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno necesaria para producir la oxidación química de sustancias de origen orgánico e inorgánico que se encuentran en el agua.

La Norma CO 10.7 – 601 abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana, capítulo 10 Sistemas de tratamientos de aguas residuales menciona que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) es la “*Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica (carbonácea) del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o di cromato en una prueba que dura dos horas.*”

2.1.2.3 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Es la cantidad de material contenido en un volumen de agua, además es un importante indicador, ya que su presencia disminuye el paso de luz a través del agua, evitando su actividad fotosintética la misma que produce oxígeno.

Según Apéndice E Determinación de Sólidos Suspendidos Totales, Volátiles y Fijos Página 151 menciona que los sólidos suspendidos totales “Son el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante ”.

2.1.2.3 PH

Parámetro mediante el cual se mide el grado de acidez y alcalinidad de una muestra, los valores de la escala fluctúa entre 0 a 14 en donde el valor de 7 significa un Ph neutro.

Debajo del valor de 7 significa acidez y sobre este valor representa alcalinidad.

2.1.2.4 Turbiedad

Según Velandia Yeniffer en su blogpost menciona que la *“la turbidez es la dificultad del agua, para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que presentan principalmente en aguas superficiales”*. [17].

2.1.3 Fundamentación Legal

Código Ecuatoriano par el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias - Norma CO 10.7 – 601 abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana, titulo 10 Sistemas de tratamientos de aguas residuales capítulo 5.8 Criterios de descarga de efluentes industriales al sistema de alcantarillado menciona que *“en el caso de aceptar un efluente industrial al alcantarillado público, este no contendrá los siguientes elementos:*

- a) Desechos que puedan causar un peligro de explosión en el sistema de alcantarillado o en la planta de tratamiento.
- b) Sólidos en suspensión en concentraciones tales que produzcan una acumulación de sedimentos en el sistema de alcantarillado, o de tal tamaño que puedan obstruir los conductos, bombas y otros equipos.
- c) Substancias que ataquen químicamente a los colectores y que produzcan daños a las estructuras del sistema de alcantarillado y tratamiento.
- d) Substancias tóxicas en concentraciones que inhiban los procesos biológicos de la planta de tratamiento.

Además se exigirá el tratamiento de los desechos industriales antes de la descarga al alcantarillado público cuando se sobrepasen los límites indicados.

Para todas las industrias que tengan procesos industriales con descargas violentas (no uniformes) se exigirá como mínimo una compensación de caudales consistente en un tanque dimensionado para permitir una descarga uniforme en 24h, con facilidades de mezcla y un cribado de rejillas con una separación no mayor a 3cm.

Tabla del límite de descargas del código ecuatoriano de la construcción de parte ix obras sanitarias.

TABLA 5: Límites para descargas de efluentes industriales a sistemas de alcantarillado

| TABLA X.19 Límites para descargas de efluentes industriales a sistemas de alcantarillado | | |
|--|--------|---------------|
| PARÁMETRO | UNIDAD | LÍMITE MÁXIMO |
| Temperatura | °C | 45 |
| Aceites y Grasas | mg/l | 100 |
| pH | U | 5. - 9 |
| Sólidos en suspensión | mg/l | 1200 |
| Sólidos Sedimentables | mg/l | 10 |
| Sustancias solubles en hexano | mg/l | 50 |
| DBO 5 d, 20 °C | mg/l | 1000 |
| Sulfatos | mg/l | 500 |
| Cianuros | mg/l | 1 |
| Arsénicos | mg/l | 0.1 |
| Cadmio | mg/l | 0.02 |
| Cromo Exavalente | mg/l | 5 |
| Hierro | mg/l | 20 |

| | | |
|-----------------|------|------|
| Mercurio | mg/l | 0.01 |
| Níquel | mg/l | 2 |
| Plomo | mg/l | 0.5 |
| Cobre | mg/l | 1 |
| Zinc | mg/l | 5 |
| Cloroformo | mg/l | 0.1 |
| Pentaclorofenol | mg/l | 1 |
| Hidrocarburos | mg/l | 20 |
| Cloro Activo | mg/l | 0.5 |
| Pesticidas | mg/l | 1 |

Fuente: Código Ecuatoriano par el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias - Norma CO 10.7 – 601 abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana, titulo 10 Sistemas de tratamientos de aguas residuales capítulo 5.8 Criterios de descarga de efluentes industriales al sistema de alcantarillado

El Texto unificado de legislación ambiental secundaria (TULSMA) en su capítulo 4.2.2 Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público manifiesta que:

4.2.2.1 Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aun después de haber sido triturados).*
- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxidos de calcio.*
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.*
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.*
- e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.*

4.2.2.2 El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos es esta Norma.

4.2.2.3 Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación (ver tabla 11):

TABLA 6: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

| Tabla 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público | | | |
|---|----------------------------------|---------------|--|
| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
| Aceites y grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 100 |
| Alkil mercurio | | mg/l | No detectable |
| Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables | | mg/l | cero |
| Aluminio | Al | mg/l | 5.0 |
| Arsénico Total | As | mg/l | 0.1 |
| Bario | Ba | mg/l | 5.0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0.02 |
| Carbonatos | CO ₃ | mg/l | 0.1 |
| Caudal máximo | | l/s | 1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado |
| Cianuro toal | CN ⁻ | mg/l | 1.0 |
| Cobalto total | Co | mg/l | 0.5 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1.00 |
| Cloroformo | Extracto carbón cloroformo (ECC) | mg/l | 0.1 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0.5 |

| | | | |
|---|--|------|-----------------|
| Cromo Hexavalente | Cr ⁶⁺ | mg/l | 0.5 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0.2 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O ₅ . | mg/l | 250 |
| Demanda Química de Oxígeno | D.Q.O | mg/l | 500 |
| Dicloroetileno | Dicloroetileno | mg/l | 1 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 15 |
| Hierro total | Fe | mg/l | 25.0 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 20 |
| Manganeso total | Mn | mg/l | 10 |
| Materia flotante | Visible | mg/l | Ausencia |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0.01 |
| Níquel | Ni | mg/l | 2.0 |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | N | mg/l | 40 |
| Plata | Ag | mg/l | 0.5 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0.5 |
| Potencial de hidrógeno | Ph | | 5.9 |
| Sólidos Sedimentables | | ml/l | 20 |
| Sólidos Suspendedos Totales | | mg/l | 220 |
| Sólidos Totales | | mg/l | 1600 |
| Selenio | Se | mg/l | 0.5 |
| Sulfatos | SO ₄ | mg/l | 400 |
| Sulfuros | S | mg/l | 1.0 |
| Temperatura | °C | | |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | ≤40 |
| Tricloroetileno | Tricloroetileno | mg/l | 2.0 |
| Tetracloruro de carbono | Tetracloruro de carbono | mg/l | 1.0 |
| Sulfuro de carbono | Sulfuro de carbono | mg/l | 1.0 |
| Compuestos organoclorados (totales) | Concentración de organoclorados totales. | mg/l | 1.0 |
| Organofosforados y carbonatos (totales) | Concentración de organofosforados y carbamatos totales | mg/l | 0.05 |
| Vanadio | V | mg/l | 0.1 |
| Zinc | Zn | mg/l | 10 |

Fuente: El Texto unificado de legislación ambiental secundaria (TULSMA), capítulo 4.2.2 Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.

2.2 Hipótesis

En esta parte planteamos dos tipos de hipótesis una nula (H_0) y otra positiva (H_1), las cuales serán comprobadas en capítulos posteriores para verificar la validez del experimento.

H_0 : El diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jeans, propuesto en esta investigación, no reducirá el grado de contaminación.

H_1 : El diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jeans, propuesto en esta investigación, reducirá el grado de contaminación.

2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis

Variable Independiente: Planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jean.

Variable Dependiente: Parámetros de contaminación existente en las aguas residuales industriales de lavadoras y tintorerías de Jean.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Nivel o Tipo de Investigación

Los niveles de investigación utilizados en este proyecto de tesis son: Exploratorio, Descriptivo y Explicativo.

Exploratorio: Este nivel de investigación nos ayudará a realizar un trabajo exploratorio de los resultados obtenidos por los sistemas de tratamiento de cada una de las empresas de lavandería y tintorería pertenecientes al Cantón Pelileo, y con ello diseñar una planta de tratamiento que disminuya los parámetros de contaminación característicos de estas aguas industriales.

Realizaremos una exploración de las 43 plantas catastradas en el cantón Pelileo para luego analizar las características físico-químicas de cada empresa de lavandería y tintorería.

Descriptivo: Este nivel nos permitirá observar y describir la situación real del problema a investigar.

Este tipo de investigación se realizará en la fuente del problema, para de esta manera describir las causas y consecuencias que se dan en este tipo de proyectos relacionados con la hidráulica y el medio ambiente. Además del control de los parámetros de contaminación.

De tal manera que dará la oportunidad de contar con una planta de tratamiento tipo de aguas industriales para empresas de lavandería y tintorería de Jean del Cantón Pelileo.

Los tipos de categoría de cada industria se encuentran calificados de acuerdo al tamaño en infraestructura y en lo que es la producción de prendas, además de una descripción específica de las características de las aguas industriales.

Explicativo: Se explicará las causas y los efectos correspondientes a la contaminación de las aguas industriales proveniente de lavanderías y tintorerías de Jeans para proponer una planta de tratamiento tipo, la misma que experimentalmente se encuentra estructurada en una hipótesis.

Se diseñara una planta de tratamiento tipo de aguas industriales la cual constará de procesos como: preliminar, primario, secundario y terciario.

Como tratamiento preliminar constara una rejilla y un desarenador para impedir el paso de material grueso que impida el funcionamiento de los posteriores tratamientos, además contaremos con un tanque de homogenización el mismo que nos permite tener un caudal constante; para el tratamiento preliminar tenemos un tanque de sedimentación primaria, como tratamiento secundario un DAF y como tratamiento terciario un UASB.

3.2. Población y Muestra

La población y la muestra son las 43 lavadoras y tintorerías de Jean presentes en el cantón Pelileo.

Las muestras son las que cumplen con los análisis estadísticos en base al caudal medio representativo obtenido con una estadística descriptiva de las lavadoras y tintorerías de jean en el cantón Pelileo.

3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE.- Planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jean.

Tabla 7: Operacionalización de la variable independiente

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMES BÁSICOS | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|--|---|--|--|--|
| La planta de tratamiento propuesta consta de los siguientes tratamientos: preliminar, primario, secundario y terciario los mismo que están compuestos de rejilla, desarenador, tanque de homogenización, y tanque de sedimentación como tratamiento primario, posteriormente tenemos un DAF como tratamiento secundario y finalmente un reactor UASB como tratamiento terciario. | Diseño de la planta para el caudal medio representativo de las industrias de Jeans Q=1.2 lts/seg | Eficiencia de la remoción de la contaminación (grado de tratamiento) | DBO:250mg/l DQO:500mg/l SST:220mg/l Ph:5.9 Turbiedad: Parámetros según TULSMA en la Tabla 11, Capitulo 4.2. | Normas: Texto Unificado de legislación Secundaria (TULSMA), Secretaria Nacional del agua (SENAGUA) |

Fuente: Autor

VARIABLE DEPENDIENTE.- Parámetros de contaminación existente en las aguas residuales industriales de lavadoras y tintorerías de Jean.

Tabla 8: Operacionalización de la variable dependiente

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMES BÁSICOS | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|--|--|---|---|---|
| Los parámetros de contaminación existentes en las aguas industriales de la planta tipo nos indicarán la eficiencia y calidad además de verificar si la planta evacua efluentes con valores aceptables y dentro del rango de las normativas vigentes. Estos son: DBO5, DQO, SST, PH, TURBIEDAD. | Ensayos a realizarse: DBO DQO SST Ph Turbiedad Del afluente y efluente | Valores de ensayo de laboratorio de: DBO: afluente y efluente. DQO: afluente y efluente. SST: afluente y efluente. Ph: afluente y efluente. Turbiedad: afluente y efluente. | ¿El diseño de la planta de tratamiento tipo reducirá la contaminación existentes en las aguas residuales industriales de lavadoras y tintorerías de Jean? | Determinación de los resultados mediante análisis de laboratorio. |

Fuente: Autor

3.4. Plan de recolección de información

El Plan de recolección de información se enmarcará en los siguientes ocho puntos sistemáticos:

1. Se recopila información de las industrias de lavandería y tintorería de Jean catastradas en el departamento de gestión ambiental del GAD Municipal del cantón Pelileo.
2. Se determina un caudal medio representativo de todas las industrias.
3. Con el caudal medio se diseña la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de Jean.
4. Se procede a construir el prototipo de la planta de tratamiento de aguas residuales.
5. En el prototipo propuesto se ingresa agua industrial de Jean.
6. Se procede a tomar una muestra del efluente para ser analizada en laboratorio y obtener valores de los parámetros de DBO5, DQO, SST, PH y TURBIEDAD.
7. Luego de un tiempo prudencial se toma otra muestra del efluente para ser analizada en laboratorio y obtener valores de los parámetros de DBO5, DQO, SST, PH y TURBIEDAD.
8. Los pasos 5, 6 y 7 se repiten durante diez días con el fin de obtener diez muestras a la entrada y salida del prototipo.

Toda la información recolectada anteriormente sirve para calcular la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento propuesta.

3.5. Plan de procesamiento de la información

Los valores obtenidos de los parámetros analizados del afluente y efluente de la planta de tratamiento, se procederán a presentarlos en una representación tabular y gráfica, los mismos que nos permitirán determinar la eficiencia del proceso para este tipo de agua

residual industrial, y posteriormente proponer mejoras y/o conclusiones de la investigación.

Luego de obtener todos los escenarios representativos de la problemática, se procederá a realizar las recomendaciones para mejorar la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento.

CAPÍTULO IV

4.1 Recolección de Datos

Para el análisis de las lavadoras en el cantón San Pedro de Pelileo se ha recolectado información en el departamento de Gestión Ambiental del GAD de Pelileo, obteniendo información completa de cada una de las lavadoras de jean como son: Dirección, tipo de empresa, consumo de energía, producción de prendas mensual, caudal y el historial de los resultados de los análisis de las aguas en base a un laboratorio; lo que nos ha facilitado el trabajo para encontrar un caudal medio representativo de todas las empresas mediante una estadística descriptiva.

Tabla 9: Lavanderías y tintorerías de jean catastradas en el GAD Municipal del cantón Pelileo

| Nro. | REP LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | DIRECCION | PRODUCCION PROM/MES | CONSUMO DE ENERGIA | CATEGORIA DE LA LAVANDERIA | CAUDAL | CAUDAL |
|------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------|---------|
| | | | | | Kw-h/mes | Pequeña-Mediana-Grande | m3/mes | lts/seg |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez/via a Cevallos | 4084 | 1238 | PEQUEÑA | 163.36 | 0.06 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREDZUR | Parroquia Benitez/via a Pintag | 7418 | 2248 | PEQUEÑA | 296.72 | 0.11 |
| 3 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 20000 | 6061 | MEDIANA | 800.00 | 0.31 |
| 4 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolivar | 7000 | 2121 | PEQUEÑA | 280.00 | 0.11 |
| 5 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | LAVANDERIA JONNATAHAN | Parroquia Bolivar | 2333 | 693 | PEQUEÑA | 93.32 | 0.04 |
| 6 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 40000 | 12121 | GRANDE | 1600.00 | 0.62 |
| 7 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 15000 | 4545 | MEDIANA | 600.00 | 0.23 |
| 8 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 546 | 166 | PEQUEÑA | 21.84 | 0.01 |
| 9 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 5000 | 1515 | PEQUEÑA | 200.00 | 0.08 |
| 10 | Pante Paredes Oscar | LAVANDERIA DE JEANS | Huasimpamba | 500 | 152 | PEQUEÑA | 20.00 | 0.01 |
| 11 | Guerrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | 4000 | 1212 | PEQUEÑA | 160.00 | 0.06 |
| 12 | Lopez Cueva Víctor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 7265 | 2201 | PEQUEÑA | 290.60 | 0.11 |
| 13 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 14688 | 3798 | MEDIANA | 587.52 | 0.23 |
| 14 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 4461 | 847 | PEQUEÑA | 178.44 | 0.07 |
| 15 | Garcez Jose | LAVANDERIA DE JEANS | Ladrillo | 8000 | 3084 | MEDIANA | 320.00 | 0.12 |
| 16 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 25000 | 11563 | GRANDE | 1000.00 | 0.39 |
| 17 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 17806 | 4686 | MEDIANA | 712.24 | 0.27 |
| 18 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 28000 | 7400 | MEDIANA | 1120.00 | 0.43 |
| 19 | Villegas Barrera Carlos Polivio | LAVADORA Villegas | Tambo El Progreso | 2085 | 295 | PEQUEÑA | 83.40 | 0.03 |
| 20 | Ramos Llerena Simon Bolivar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 5000 | 1480 | PEQUEÑA | 200.00 | 0.08 |
| 21 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 10800 | 377 | PEQUEÑA | 432.00 | 0.17 |
| 22 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTER RIVER | Tambo Central | 26049 | 7506 | MEDIANA | 1041.96 | 0.4 |
| 23 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 13916 | 3636 | MEDIANA | 556.64 | 0.21 |
| 24 | Balzeca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 1600 | 485 | PEQUEÑA | 64.00 | 0.02 |
| 25 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 7000 | 2121 | PEQUEÑA | 280.00 | 0.11 |
| 26 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El corte | 16733 | 3497 | MEDIANA | 669.32 | 0.26 |
| 27 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El corte | 11528 | 925 | PEQUEÑA | 461.12 | 0.18 |
| 28 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | LLERENA MOSQUERA | El corte | 2990 | 787 | PEQUEÑA | 119.60 | 0.05 |
| 29 | Villacis Zamora Lourdes Magdalena | ANDERSON | El corte | 20000 | 3637 | MEDIANA | 800.00 | 0.31 |
| 30 | Guato Curipallo Miriam Estela | IVIDRINS | La Libertad | 600 | 182 | PEQUEÑA | 24.00 | 0.01 |
| 31 | Cristina Paredes | LAVATEXA | La Libertad | 3246 | 984 | PEQUEÑA | 129.84 | 0.05 |
| 32 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 12000 | 3636 | MEDIANA | 480.00 | 0.19 |
| 33 | Saylema GomezOlivia | DAYANTEX | El Tambo | 44000 | 13333 | GRANDE | 1760.00 | 0.68 |
| 34 | Mariño Sanchez Rocio | LAVATEX | El Tambo | 12000 | 3636 | MEDIANA | 480.00 | 0.19 |
| 35 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 13641 | 4547 | MEDIANA | 545.64 | 0.21 |
| 36 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 12000 | 4125 | MEDIANA | 480.00 | 0.19 |
| 37 | Balzeca Pico Angel | LAVANDERIA PROLAVTEX | Pelileo- Barrio Central | 6336 | 1920 | PEQUEÑA | 253.44 | 0.1 |
| 38 | Hurtado Olguer Joselito | HURTADO | Pelileo- Via Confraternidad | 8500 | 2297 | PEQUEÑA | 340.00 | 0.13 |
| 39 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 18000 | 5455 | MEDIANA | 720.00 | 0.28 |
| 40 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 1200 | 364 | PEQUEÑA | 48.00 | 0.02 |
| 41 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 25957 | 7876 | MEDIANA | 1038.28 | 0.4 |
| 42 | Cesar Sinchiguano | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 10200 | 3187 | MEDIANA | 408.00 | 0.16 |
| 43 | Oña Jorge | FASHION COLOR | Pelileo-24 de mayo | 2750 | 833 | PEQUEÑA | 110.00 | 0.04 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 10: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2012

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2012 | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----|------|-------|-----------|
| Nº | REP LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | Dirección | DQO | DBO | PH | S.Totales |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez | 254 | 3 | 6,13 | 1304 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREZUR | Parroquia Benitez | 455 | 280 | 6,35 | |
| 3 | Zuñiga Delgado Luis Ivan | LAVANDERIA ZUÑIGA | Parroquia Bolivar | 301 | 42 | 5,1 | 4746 |
| 4 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 720 | 570 | 5,99 | |
| 5 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolivar | 610 | 190 | 5,76 | 3812 |
| 6 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | LAVANDERIA JONNATAHAN | Parroquia Bolivar | 240 | 120 | 4,43 | |
| 7 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 242 | 173 | 7,1 | 1000 |
| 8 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 187 | 120 | 7,68 | 1132 |
| 9 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 220 | 50 | 7,04 | 1684 |
| 10 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 479 | 88 | 4,15 | 1630 |
| 11 | Pante Paredes Oscar | LAVANDERIA DE JEANS | Huasimpamba | 997 | 96 | 4,83 | 1784 |
| 12 | Gurrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | 684 | 417 | 6,84 | 1208 |
| 13 | Lopez Cueva Victor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 101 | 70 | 9 | |
| 14 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 255 | 56 | 6,76 | 1698 |
| 15 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 421 | 116 | 6,37 | 524 |
| 16 | Garcez Jose | LAVANDERIA DE JEANS | Ladrillo | 150 | 132 | 5,7 | 1632 |
| 17 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 376 | 120 | 6,38 | 1216 |
| 18 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 275 | 182 | 7,16 | 2360 |
| 19 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 780 | 320 | 6,29 | 3292 |
| 20 | Villegas Barrera Carlos Polivio | LAVADORA Villegas | Tambo El Progreso | 314 | 109 | 5,41 | 1820 |
| 21 | Ramos Llerena Simon Bolivar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 460 | 138 | 7,33 | 2320 |
| 22 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 752 | 260 | 6,57 | 2720 |
| 23 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTER RIVER | Tambo Central | 260 | 140 | 3,99 | 2816 |
| 24 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 221 | 150 | 6,5 | 768 |
| 25 | Balzeca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | | | | |
| 26 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 608 | 390 | 6,63 | 2963 |
| 27 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El corte | 307 | 116 | 6,23 | 4544 |
| 28 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El corte | 307 | 140 | 10,13 | |
| 29 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | LLERENA MOSQUERA | El corte | 434 | 274 | 6,47 | 1600 |
| 30 | Villacis Zamoralourdes Magdalena | ANDERSON | El corte | 530 | 180 | 6,33 | 1060 |
| 31 | Guato Curipallo Miriam Estela | IVIDRINS | La Libertad | | | | |
| 32 | Paredes Cesar | LAVATEXA | La Libertad | 347 | 180 | 6,93 | |
| 33 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 72 | 51 | 6,9 | 892 |
| 34 | Saylema GomezOlivia | DAYANTEX | El Tambo | 141 | 67 | 6,92 | 828 |
| 35 | Mariño Sanchez Rocio | LAVATEX | El Tambo | 83 | 45,2 | 6,06 | 2648 |
| 36 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 162 | 90 | 6,11 | 2432 |
| 37 | Pepe Culqui Jose Maria | LAVANDERIA DE JEANS | Pelileo-Barrio Central | 660 | 57 | 3,57 | 7542 |
| 38 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | | | | |
| 39 | Balzeca Pico Angel | LAVANDERIA PROLAVTEX | Pelileo- Barrio Central | | | | |
| 40 | Hurtado Olguer Joselito | HURTADO | Pelileo- Via Confraternidad | 660 | 230 | 6,87 | 3120 |
| 41 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 365 | 162 | 6 | 3820 |
| 42 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 179 | 110 | 7,21 | 1048 |
| 43 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 353 | 180 | 6,19 | 868 |
| 44 | Sanchez Augusto | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 72 | 28 | 6,22 | 1176 |
| 45 | Oña Jorge | FASHION COLOR | Pelileo-24 de mayo | 239 | 86 | 6,19 | 2120 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 11: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2013

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2013 | | | | | | |
|---|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------|------------|-----------|
| Nro. | REP LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | Dirección | DQO | DBO | PH |
| 1 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 135 | 54 | 8,19 |
| 2 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 280 | 144 | 6,45 |
| 3 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El corte | 219 | 98 | 2,57 |
| 4 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 110 | 65 | 7,17 |
| 5 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 200 | 120 | 7,12 |
| 6 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREZUR | Parroquia Benitez | 344 | 148 | 7,1 |
| 7 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 328 | 128 | 6,37 |
| 8 | Toinga Machuca carlos Iván | CACTOMER IN. | Parroquia Bolivar | 702 | 360 | 6,00 |
| 9 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 400 | 216 | 7,19 |
| 10 | Pante Paredes Oscar | LAVANDERIA PANTE | Huasimpamba | 550 | 245 | 5,63 |
| 11 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 406 | 224 | 6,55 |
| 12 | Ramos Llerena Simón Bolívar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 834 | 454 | 6,59 |
| 13 | Ramos Llerena Héctor Napoleón | RAM JEANS | Tambo Central | 1610 | 1100 | 6,62 |
| 14 | Balseca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 750 | 281 | 7,09 |
| 15 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 1440 | 785 | 5,65 |
| 16 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | TEFITEX | El corte | 734 | 622 | 6,43 |
| 17 | Guato Curipallo Mirian Estela | INDIBRINS | La Libertad | 400 | 208 | 5,65 |
| 18 | Pepe Culqui José María | JAVITEX | Pelileo-Barrio Central | 724 | 277 | 9,49 |
| 19 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 792 | 416 | 6,62 |
| 20 | Balzeca Pico Ángel | LAVANDERIA LAVACLASSIC | Pelileo- Barrio Central | 696 | 316 | 7,07 |
| 21 | Ramiro | LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 257 | 102 | 7,07 |
| 22 | Banda Cando María | VEQUITEX | Consuelo | 1340 | 685 | 6,87 |
| 23 | Sánchez Toledo Arturo Francisco | MEGA COLOR | Calle Dr. Euclides Barrera | 620 | 325 | 6,52 |
| 24 | Oña Jamy Jorge | FASHION | Pelileo-24 de mayo y | 445 | 220 | 7,17 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 12: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2014

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2014 | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----|------|------|
| Nro. | REPRESENTANTE LEGALO PROPONENTE | EMPRESAS | Dirección | DBO | DQO | PH |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez | 63 | 97 | 3,8 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREZUR | Parroquia Benitez | 630 | 410 | 6,46 |
| 3 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 320 | 620 | 6,73 |
| 4 | Rea Machuca Segundo Anibal | REA JEANS | Pelileo - Caserío Quitocucho | 230 | 530 | 5,33 |
| 5 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolivar | 201 | 310 | 4,13 |
| 6 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | LAVANDERIA JONNATAHAN | Parroquia Bolivar | 131 | 201 | 3,62 |
| 7 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 175 | 346 | 6,68 |
| 8 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 62 | 135 | 7,56 |
| 9 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 380 | 814 | 8,76 |
| 10 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 250 | 478 | 4,68 |
| 11 | Guerrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | | | |
| 12 | Lopez Cueva Victor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 370 | 781 | 4,39 |
| 13 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 115 | 247 | 6,67 |
| 14 | Sanchez Holger | LINTEX | La Paz | 155 | 315 | 6,62 |
| 15 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 410 | 837 | 6,49 |
| 16 | Garcez Jose | LAVANDERIA Y TINTORERÍA ANDREWS | Ladrillo | 68 | 135 | 7,32 |
| 17 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 135 | 287 | 6,72 |
| 18 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 560 | 1035 | 6,55 |
| 19 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 140 | 258 | 6,92 |
| 20 | Villegas Barrera Carlos Polivio | LAVADORA VILLEGAS | Tambo El Progreso | 370 | 760 | 6,36 |
| 21 | Ramos Llerena Simon Bolivar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 242 | 440 | 6,67 |
| 22 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 125 | 261 | 8,22 |
| 23 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTEX RIVER | Tambo Central | 160 | 375 | 6,56 |
| 24 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 95 | 178 | 6,82 |
| 25 | Balzeca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 145 | 322 | 6,42 |
| 26 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 340 | 697 | 6,33 |
| 27 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El corte | 145 | 301 | 6,84 |
| 28 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El corte | 75 | 135 | 7,02 |
| 29 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | TEFTEX | El corte | 150 | 310 | 6,48 |
| 30 | Villacis Zamora Lourdes Magdalena | ANDERSON | El corte | 220 | 460 | 6,67 |
| 31 | Guato Curipallo Miriam Estela | INDIBRINS | La Libertad | 280 | 451 | 4,97 |
| 32 | Paredes Cesar | LAVATEXA | La Libertad | 350 | 535 | 6,93 |
| 33 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | | | |
| 34 | Saylema Gomez Olivia | DAYANTEX | El Tambo | 195 | 436 | 7,64 |
| 35 | Mariño Sanchez Rocio | SAMTEX | El Tambo | 150 | 352 | 4,71 |
| 36 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 216 | 332 | 7,82 |
| 37 | Pepe Culqui Jose María | JAVITEX | Pelileo-Barrio Central | 145 | 332 | 7,83 |
| 38 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 340 | 725 | 6,71 |
| 39 | Balzeca Pico Angel | LAVACLASIC | Pelileo- Barrio Central | 360 | 712 | 6,86 |
| 40 | Hurtado Olguer Joselito | JHOSEP COLOR | Pelileo- Via Confraternidad | 377 | 580 | 7,16 |
| 41 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 564 | 868 | 7,02 |
| 42 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 360 | 554 | 6,38 |
| 43 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 190 | 389 | 7,01 |
| 44 | Sanchez Augusto | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 145 | 323 | 6,65 |
| 45 | Oña Jorge | FASHION COLOR | Pelileo-24 de mayo | 68 | 122 | 6,75 |
| 46 | Oscar Pante | LAVANDERÍA PANTE | Pelileo - Huasimpamba | 274 | 422 | 5,80 |

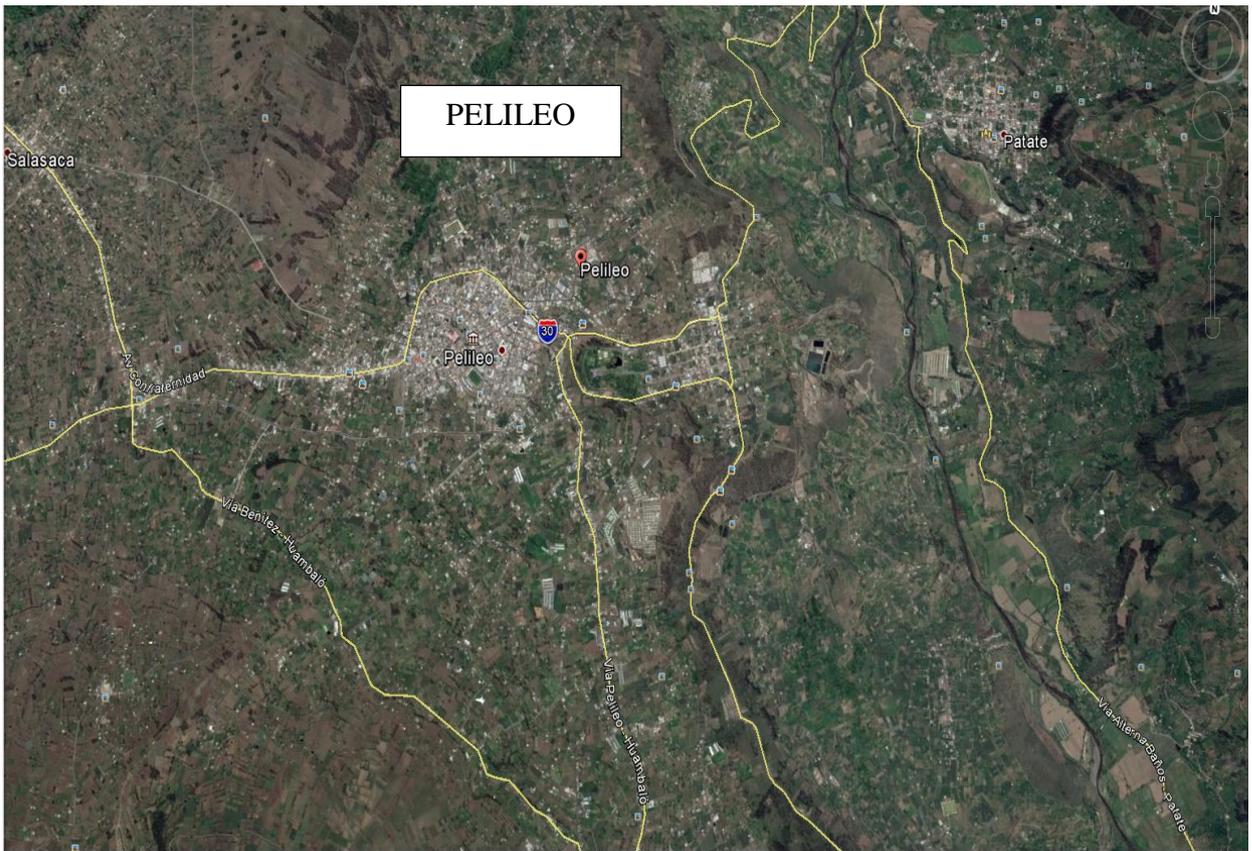
Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 13: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2015

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2015 | | | | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------|------|------|
| Nro. | REPRESENTANTE LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | Dirección | DBO | DQO | PH |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez | 55 | 97 | 3,8 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREZUR | Parroquia Benitez | 273 | 410 | 6,46 |
| 3 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 28 | 620 | 6,73 |
| 4 | Rea Machuca Segundo Anibal | REA JEANS | Caserío Quitocucho | 75 | 530 | 5,33 |
| 5 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolivar | 289 | 310 | 4,13 |
| 6 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | JONNATAHAN | Parroquia Bolivar | 131 | 201 | 3,62 |
| 7 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 246 | 346 | 6,68 |
| 8 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 16 | 135 | 7,56 |
| 9 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 90 | 814 | 8,76 |
| 10 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | | 478 | 4,68 |
| 11 | Guerrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | | | |
| 12 | Lopez Cueva Victor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 202 | 781 | 4,39 |
| 13 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 311 | 247 | 6,67 |
| 14 | Sanchez Paredez Geomayra Catherine | LINTEX | La Paz | 757 | 315 | 6,62 |
| 15 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 50 | 837 | 6,49 |
| 16 | Garcez Paredes Jose Moises | ANDREWS | Ladrillo | 200 | 135 | 7,32 |
| 17 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 100 | 287 | 6,72 |
| 18 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 560 | 1035 | 6,55 |
| 19 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 140 | 258 | 6,92 |
| 20 | Pineda Silva Martha Elizabeth | CRISTHIAN CAR | Tambo El Progreso | 370 | 760 | 6,36 |
| 21 | Ramos Llerena Simon Bolivar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 264 | 440 | 6,67 |
| 22 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 175 | 261 | 8,22 |
| 23 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTEX RIVER | Tambo Central | 317 | 375 | 6,56 |
| 24 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 95 | 178 | 6,82 |
| 25 | Balzeca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 145 | 322 | 6,42 |
| 26 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 340 | 697 | 6,33 |
| 27 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El corte | 459 | 301 | 6,84 |
| 28 | Andaluz Oñate Mariana Andaluz | MODA TINTEX | El corte | 97,8 | 135 | 7,02 |
| 29 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | TEFITEX | El corte | 60 | 310 | 6,48 |
| 30 | Villacis Zamora Lourdes Magdalena | ANDERSON | El corte | 57 | 460 | 6,67 |
| 31 | Guato Curipallo Miriam Estela | INDIBRINS | La Libertad | 380 | 451 | 4,97 |
| 32 | Segundo Talahua | ANDROS JEANS | Huambalito | 73 | 535 | 6,93 |
| 33 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 14 | | |
| 34 | Saylema Gomez Olivia | DAYANTEX | El Tambo | 195 | 436 | 7,64 |
| 35 | Mariño Sanchez Rocio | SAMTEX | El Tambo | 150 | 352 | 4,71 |
| 36 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 282 | 332 | 7,82 |
| 37 | Pepe Culqui Jose Maria | JAVITEX | Pelileo-Barrio Central | 81 | 332 | 7,83 |
| 38 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 86 | 725 | 6,71 |
| 39 | Balzeca Pico Angel | LAVACLASIC | Pelileo- Barrio Central | 161 | 712 | 6,86 |
| 40 | Hurtado Olguer Joselito | JHOSEP COLOR | Pelileo- Via Confraternidad | 377 | 580 | 7,16 |
| 41 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 564 | 868 | 7,02 |
| 42 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 93 | 554 | 6,38 |
| 43 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 775 | 389 | 7,01 |
| 44 | Cesar Sinchuguanu | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 65 | 323 | 6,65 |
| 45 | Oña Jamo Jorge | FASHION COLOR | Parroquia Benitez | 4 | 122 | 6,75 |
| 46 | Oscar Pante | LAVANDERÍA PANTE | Pelileo - Huasimpamba | 274 | 422 | 5,80 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

4.1.1 Ubicación del Lugar en estudio



4.2 Análisis e interpretación de resultados

Para la realización de esta investigación se dio tratamiento a 10 muestras de aguas residuales de las lavanderías y tintorerías de Jean, utilizando el prototipo de la planta de tratamiento diseñada en este proyecto experimental. Posteriormente se tomaron 10 muestras del afluente y efluente para someterlas a los análisis de laboratorio y se obtuvo los parámetros de DBO₅, DQO, SST y Turbidez.

Para el presente análisis de los parámetros se procedió aplicar la siguiente metodología:

1. Diseño del prototipo de la planta de tratamiento de aguas residuales de las lavanderías y tintorerías de Jean (*Ver Anexo 2.1 del procedimiento de cálculo*).
2. Construcción del prototipo (*Ver anexo fotográfico 2.3 y anexo planos 2.4*).

3. Recolección de 10 muestras de agua residual de las lavanderías y tintorerías de Jean. (*Ver anexo fotográfico 2.3*)
4. Tratamiento de las 10 muestras utilizando la planta prototipo (*Ver anexo fotográfico 2.3*).
5. Análisis en Laboratorio de los parámetros de DBO₅, DQO, SST y Turbidez de las 10 muestras del afluente y efluente.
6. Tabulación de los resultados.

4.2.1 Recolección de las muestras

Las muestras de las aguas residuales industriales de lavanderías y tintorerías de jeans se realizó antes y después del ingreso al prototipo de la planta de tratamiento propuesta en esta investigación obteniendo 10 muestras para ser enviados al Laboratorio MINICONS para los análisis de los parámetros correspondientes.

TURBIDEZ

Tabla 14: Análisis físico-químico del afluente y efluente (TURBIDEZ)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| TURBIDEZ | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (NTU) | 82.11 | 24.60 |
| 2 | (NTU) | 227.00 | 20.81 |
| 3 | (NTU) | 286.00 | 30.84 |
| 4 | (NTU) | 284.00 | 28.39 |
| 5 | (NTU) | 294.00 | 38.02 |
| 6 | (NTU) | 112.11 | 14.55 |
| 7 | (NTU) | 275.84 | 34.92 |
| 8 | (NTU) | 295.04 | 18.56 |
| 9 | (NTU) | 179.48 | 11.89 |
| 10 | (NTU) | 255.47 | 19.22 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Las hojas de los informes de las muestras de la planta de tratamiento tipo se encuentran en la sección de: *anexos 2.2.*

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Tabla 15: Análisis físico-químico del afluente y efluente (SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (mg/l) | 23.13 | 22.02 |
| 2 | (mg/l) | 23.71 | 17.98 |
| 3 | (mg/l) | 34.78 | 12.69 |
| 4 | (mg/l) | 17.00 | 11.34 |
| 5 | (mg/l) | 16.52 | 11.56 |
| 6 | (mg/l) | 35.18 | 12.02 |
| 7 | (mg/l) | 62.36 | 18.02 |
| 8 | (mg/l) | 45.46 | 15.03 |
| 9 | (mg/l) | 89.66 | 22.87 |
| 10 | (mg/l) | 49.14 | 8.75 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Las hojas de los informes de las muestras de la planta de tratamiento tipo se encuentran en la sección de: *anexos 2.2.*

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Tabla 16: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DQO)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|---|---------------|---------------------|---------------------|
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE (A) | EFLUENTE (B) |
| 1 | (mg/l) | 818.00 | 106.00 |
| 2 | (mg/l) | 365.00 | 0.00 |
| 3 | (mg/l) | 154.00 | 0.00 |
| 4 | (mg/l) | 251.00 | 0.00 |

| | | | |
|----|--------|--------|--------|
| 5 | (mg/l) | 343.00 | 0.00 |
| 6 | (mg/l) | 620.00 | 124.00 |
| 7 | (mg/l) | 576.00 | 95.60 |
| 8 | (mg/l) | 528.00 | 85.86 |
| 9 | (mg/l) | 475.00 | 24.75 |
| 10 | (mg/l) | 444.00 | 20.03 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Las hojas de los informes de las muestras de la planta de tratamiento tipo se encuentran en la sección de: *anexos 2.2*.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)

Tabla 17: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DBO5)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------|
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5) | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (mg/l) | 286.30 | 37.10 |
| 2 | (mg/l) | 127.75 | 0.00 |
| 3 | (mg/l) | 53.90 | 0.00 |
| 4 | (mg/l) | 87.85 | 0.00 |
| 5 | (mg/l) | 120.05 | 0.00 |
| 6 | (mg/l) | 302.62 | 58.23 |
| 7 | (mg/l) | 255.20 | 47.17 |
| 8 | (mg/l) | 228.12 | 38.74 |
| 9 | (mg/l) | 207.08 | 12.32 |
| 10 | (mg/l) | 195.67 | 12.89 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Las hojas de los informes de las muestras de la planta de tratamiento tipo se encuentran en la sección de: *anexos 2.2*

PH

Tabla 18: Análisis físico-químico del afluente y efluente (PH)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|
| PH | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | UpH | 6.18 | 3.77 |
| 2 | UpH | 5,95 | 3,77 |
| 3 | UpH | 5,86 | 3,87 |
| 4 | UpH | 5,41 | 3,88 |
| 5 | UpH | 5,00 | 3,93 |
| 6 | UpH | 6,24 | 4,95 |
| 7 | UpH | 5,89 | 5,23 |
| 8 | UpH | 4,99 | 4.11 |
| 9 | UpH | 5,72 | 5.54 |
| 10 | UpH | 4.92 | 4.78 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Las hojas de los informes de las muestras de la planta de tratamiento tipo se encuentran en la sección de: *anexos 2.2*

4.2.2 Análisis por parámetro.

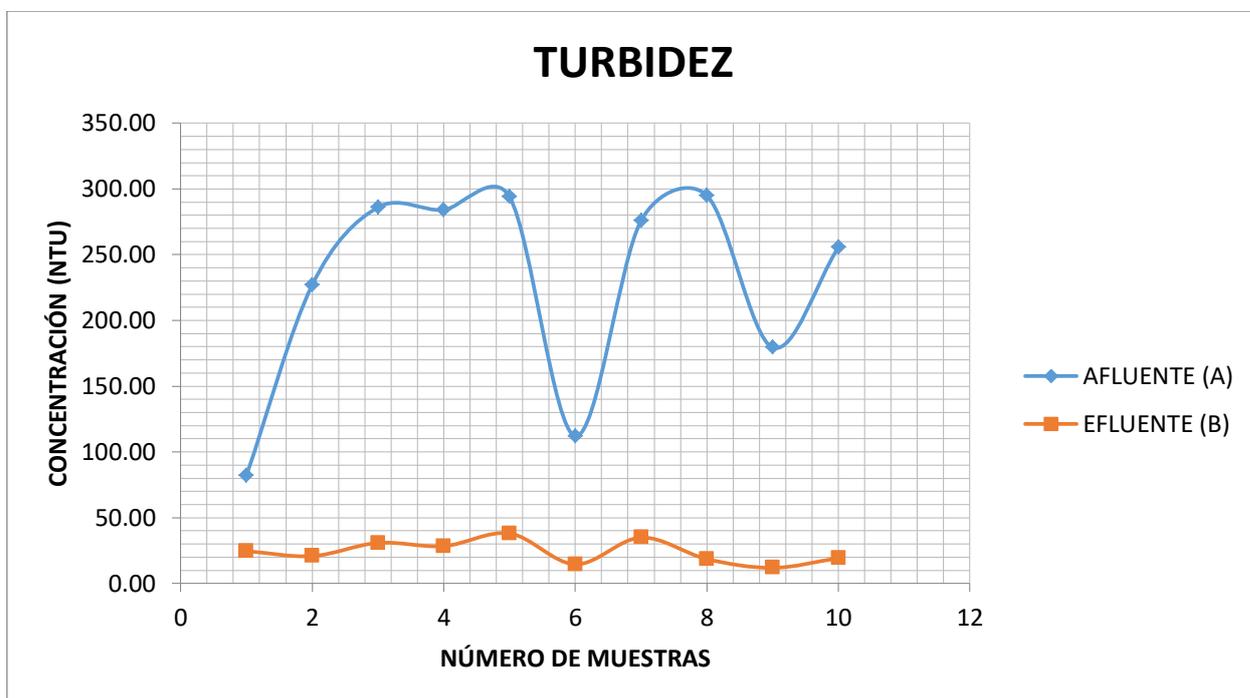
Tabla 19: Análisis físico-químico del afluente y efluente (TURBIDEZ)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|
| TURBIDEZ | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (NTU) | 82.11 | 24.60 |
| 2 | (NTU) | 227.00 | 20.81 |
| 3 | (NTU) | 286.00 | 30.84 |
| 4 | (NTU) | 284.00 | 28.39 |
| 5 | (NTU) | 294.00 | 38.02 |
| 6 | (NTU) | 112.11 | 14.55 |
| 7 | (NTU) | 275.84 | 34.92 |
| 8 | (NTU) | 295.04 | 18.56 |
| 9 | (NTU) | 179.48 | 11.89 |
| 10 | (NTU) | 255.47 | 19.22 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Gráfico 1: Comportamiento de la turbidez en el afluente y efluente.



Elaborado por: Autor

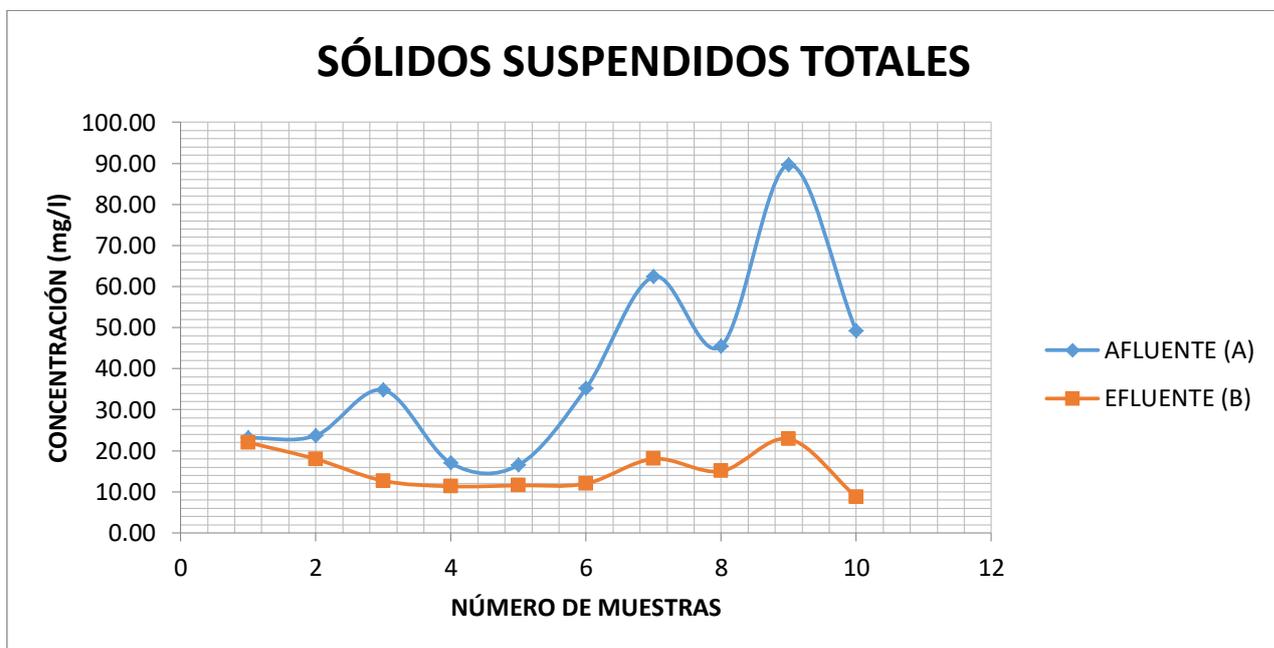
Tabla 20: Análisis físico-químico del afluente y efluente (SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (mg/l) | 23.13 | 22.02 |
| 2 | (mg/l) | 23.71 | 17.98 |
| 3 | (mg/l) | 34.78 | 12.69 |
| 4 | (mg/l) | 17.00 | 11.34 |
| 5 | (mg/l) | 16.52 | 11.56 |
| 6 | (mg/l) | 35.18 | 12.02 |
| 7 | (mg/l) | 62.36 | 18.02 |
| 8 | (mg/l) | 45.46 | 15.03 |
| 9 | (mg/l) | 89.66 | 22.87 |
| 10 | (mg/l) | 49.14 | 8.75 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Gráfico 2: Comportamiento de los sólidos suspendidos totales en el afluente y efluente.



Elaborado por: Autor

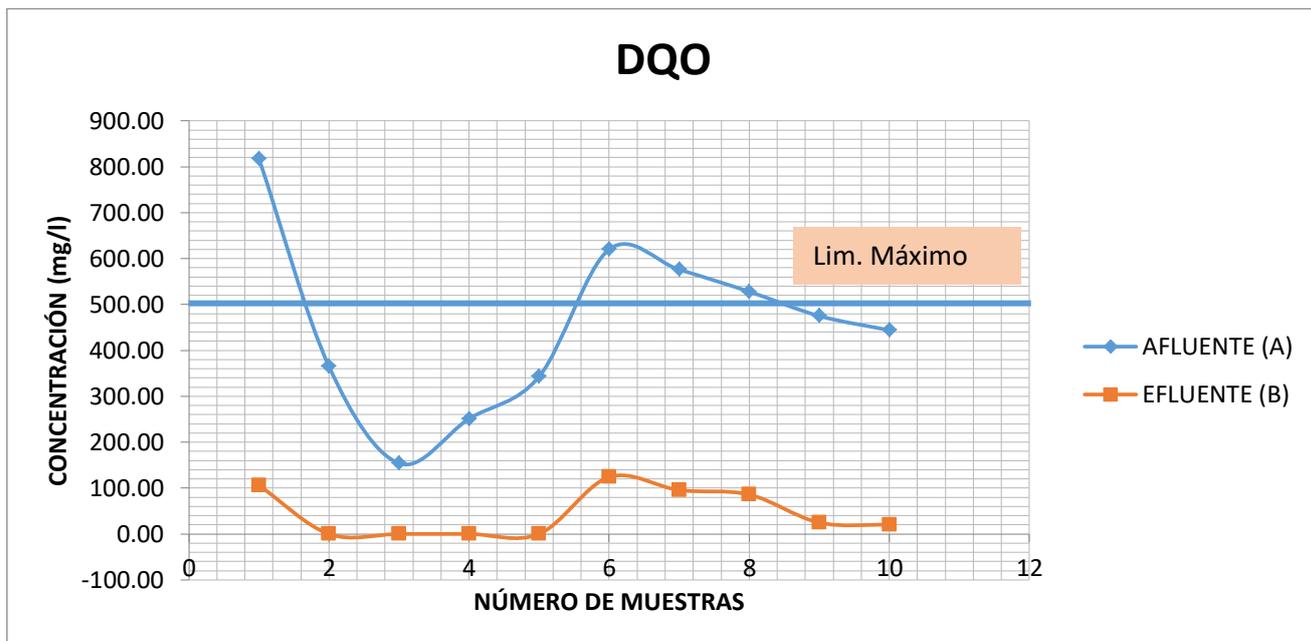
Tabla 21: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DQO)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|----------------------------------|--------|--------------|--------------|
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE (A) | EFLUENTE (B) |
| 1 | (mg/l) | 818.00 | 106.00 |
| 2 | (mg/l) | 365.00 | 0.00 |
| 3 | (mg/l) | 154.00 | 0.00 |
| 4 | (mg/l) | 251.00 | 0.00 |
| 5 | (mg/l) | 343.00 | 0.00 |
| 6 | (mg/l) | 620.00 | 124.00 |
| 7 | (mg/l) | 576.00 | 95.60 |
| 8 | (mg/l) | 528.00 | 85.86 |
| 9 | (mg/l) | 475.00 | 24.75 |
| 10 | (mg/l) | 444.00 | 20.03 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Gráfico 3: Comportamiento del DQO en el afluente y efluente.



Elaborado por: Autor

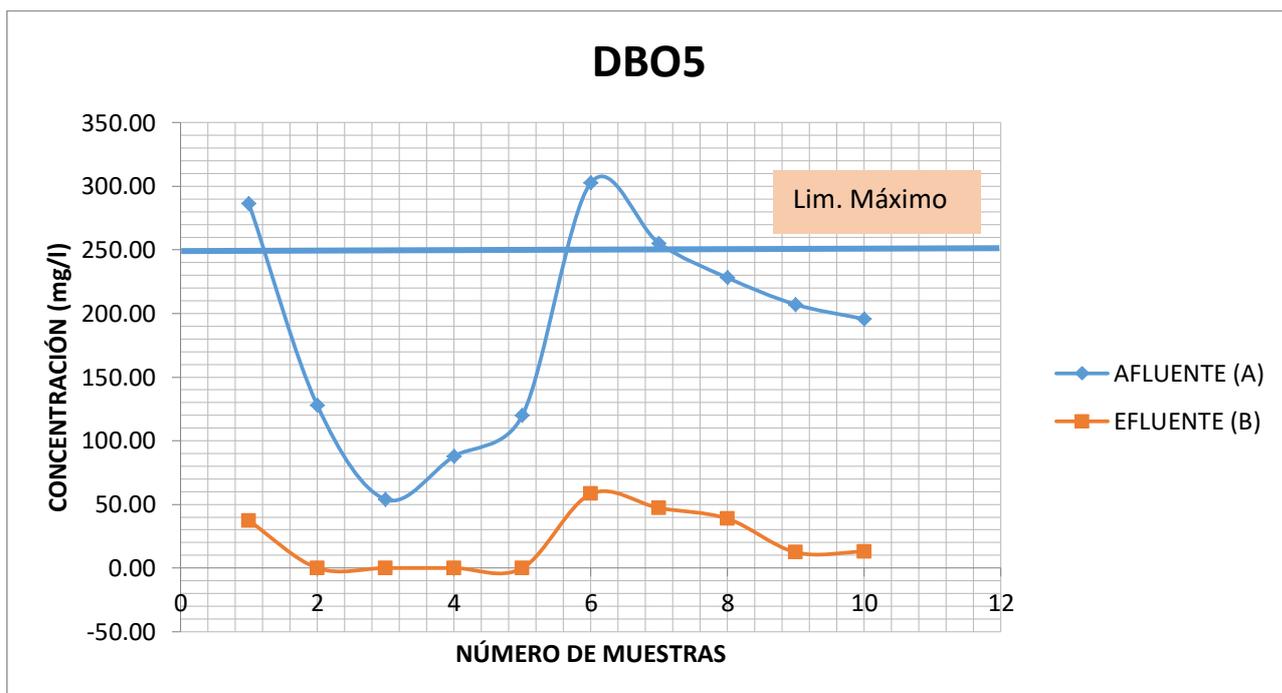
Tabla 22: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DBO5)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|--------------------------------------|--------|----------|----------|
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5) | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (mg/l) | 286.30 | 37.10 |
| 2 | (mg/l) | 127.75 | 0.00 |
| 3 | (mg/l) | 53.90 | 0.00 |
| 4 | (mg/l) | 87.85 | 0.00 |
| 5 | (mg/l) | 120.05 | 0.00 |
| 6 | (mg/l) | 302.62 | 58.23 |
| 7 | (mg/l) | 255.20 | 47.17 |
| 8 | (mg/l) | 228.12 | 38.74 |
| 9 | (mg/l) | 207.08 | 12.32 |
| 10 | (mg/l) | 195.67 | 12.89 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Gráfico 4: Comportamiento del DBO5 en el afluente y efluente.



Elaborado por: Autor

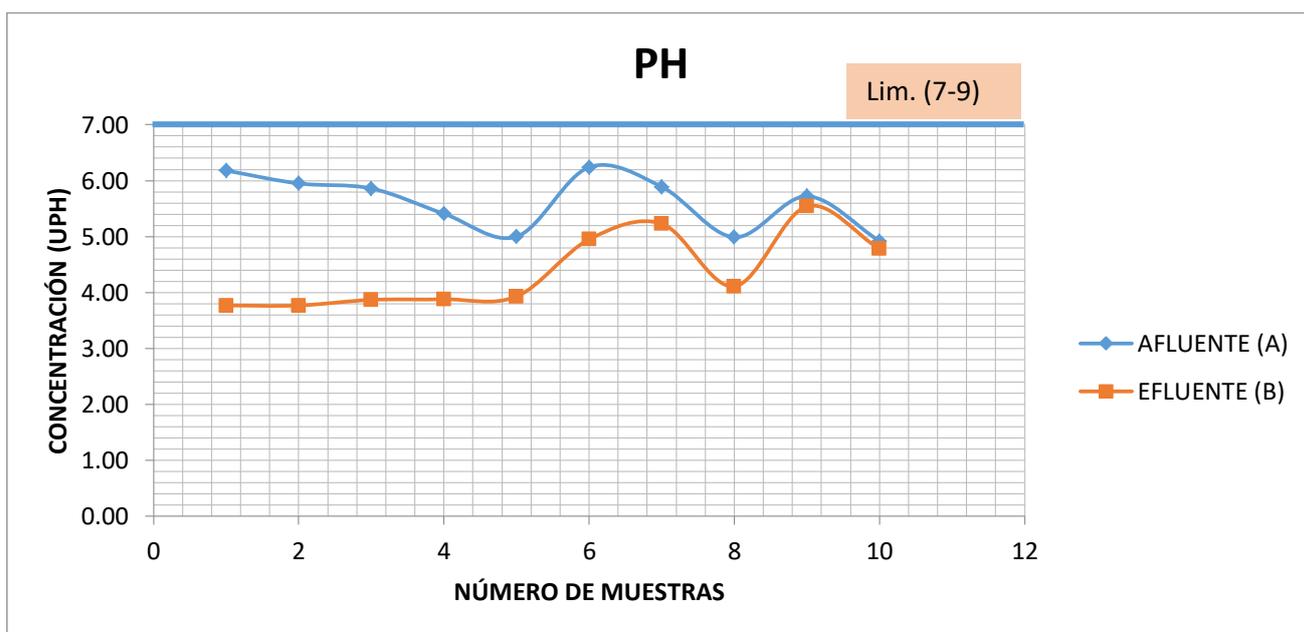
Tabla 23: Análisis físico-químico del afluente y efluente (PH)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|
| PH | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | UpH | 6.18 | 3.77 |
| 2 | UpH | 5,95 | 3,77 |
| 3 | UpH | 5,86 | 3,87 |
| 4 | UpH | 5,41 | 3,88 |
| 5 | UpH | 5,00 | 3,93 |
| 6 | UpH | 6,24 | 4,95 |
| 7 | UpH | 5,89 | 5,23 |
| 8 | UpH | 4,99 | 4.11 |
| 9 | UpH | 5,72 | 5.54 |
| 10 | UpH | 4.92 | 4.78 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Gráfico 5: Comportamiento del PH en el afluente y efluente.



Elaborado por: Autor

4.3 Verificación de la hipótesis

4.3.1 Formulación de la hipótesis

En primer lugar planteamos una hipótesis positiva o alterna (H_i) y una hipótesis negativa (H_o).

H_o : El diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jeans, propuesto en esta investigación, no reducirá el grado de contaminación.

H_i : El diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jeans, propuesto en esta investigación, reducirá el grado de contaminación.

4.3.2 Nivel de Significación

El nivel de significación escogido para esta investigación fue del 5% o 0,05 (95%).

4.3.3 Elección de la Prueba Estadística

Como esta investigación presentó 10 casos de cada parámetro con medidas paramétricas se escogió la comprobación de hipótesis con la prueba de "t", cuya fórmula es la siguiente:

$$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2 n_1 + S_2^2 n_2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

t_c = Estimador t

\bar{x}_1 = Media aritmética de la muestra 1

\bar{x}_2 = Media aritmética de la muestra 2

s_1^2 = Varianza de la muestra 1

s_2^2 = Varianza de la muestra 2

n_1 = Número de casos de la muestra 1

n_2 = Número de casos de la muestra 2

Para la comprobación de la hipótesis se relacionó el tratamiento de las aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jean en la planta propuesta en esta investigación con los parámetros de DBO, DQO, SST y Turbidez en el afluente y efluente.

A = SIN APLICAR EL TRATAMIENTO.

B = APLICANDO EL TRATAMIENTO.

Ho: El diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jeans, propuesto en esta investigación, no reducirá el grado de contaminación. (A = B).

Hi: El diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jeans, propuesto en esta investigación, reducirá el grado de contaminación. (A > B).

Tabla 24: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DBO5)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|--------------------------------------|--------|----------|----------|
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5) | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (mg/l) | 286.30 | 37.10 |
| 2 | (mg/l) | 127.75 | 0.00 |
| 3 | (mg/l) | 53.90 | 0.00 |
| 4 | (mg/l) | 87.85 | 0.00 |
| 5 | (mg/l) | 120.05 | 0.00 |
| 6 | (mg/l) | 302.62 | 58.23 |
| 7 | (mg/l) | 255.20 | 47.17 |
| 8 | (mg/l) | 228.12 | 38.74 |
| 9 | (mg/l) | 207.08 | 12.32 |
| 10 | (mg/l) | 195.67 | 12.89 |

Elaborado por: Autor**Fuente:** Informe de los análisis físico-químicos MINICONS**Tabla 25: Análisis estadístico prueba "t" DBO5**

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | | |
|--|-------------------|-------------------|
| | <i>Variable 1</i> | <i>Variable 2</i> |
| Media | 186.4540 | 20.6450 |
| Varianza | 7287.2400 | 505.412628 |
| Observaciones | 10.0000 | 10 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.9089 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.0000 | |
| Grados de libertad | 9.0000 | |
| Estadístico t | 7.9922 | |
| P(T<=t) una cola | 0.0000 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1.8331 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.000022 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.2622 | |

Elaborado por: Autor**Fuente:** Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Tabla 26: Análisis físico-químico del afluente y efluente (DQO)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|----------------------------------|--------|--------------|--------------|
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE (A) | EFLUENTE (B) |
| 1 | (mg/l) | 818.00 | 106.00 |
| 2 | (mg/l) | 365.00 | 0.00 |
| 3 | (mg/l) | 154.00 | 0.00 |
| 4 | (mg/l) | 251.00 | 0.00 |
| 5 | (mg/l) | 343.00 | 0.00 |
| 6 | (mg/l) | 620.00 | 124.00 |
| 7 | (mg/l) | 576.00 | 95.60 |
| 8 | (mg/l) | 528.00 | 85.86 |
| 9 | (mg/l) | 475.00 | 24.75 |
| 10 | (mg/l) | 444.00 | 20.03 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Tabla 27: Análisis estadístico prueba "t" (DQO)

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | | |
|--|-------------------|-------------------|
| | <i>Variable 1</i> | <i>Variable 2</i> |
| Media | 457.4000 | 45.6240 |
| Varianza | 36920.9333 | 2591.28547 |
| Observaciones | 10.0000 | 10 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.8628 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.0000 | |
| Grados de libertad | 9.0000 | |
| Estadístico t | 8.6553 | |
| P(T<=t) una cola | 0.0000 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1.8331 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.000012 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.2622 | |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Tabla 28: Análisis físico-químico del afluente y efluente (SST)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|-----------------------------|--------|----------|----------|
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (mg/l) | 23.13 | 22.02 |
| 2 | (mg/l) | 23.71 | 17.98 |
| 3 | (mg/l) | 34.78 | 12.69 |
| 4 | (mg/l) | 17.00 | 11.34 |
| 5 | (mg/l) | 16.52 | 11.56 |
| 6 | (mg/l) | 35.18 | 12.02 |
| 7 | (mg/l) | 62.36 | 18.02 |
| 8 | (mg/l) | 45.46 | 15.03 |
| 9 | (mg/l) | 89.66 | 22.87 |
| 10 | (mg/l) | 49.14 | 8.75 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Tabla 29: Análisis estadístico prueba "t" (SST)

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | | |
|--|-------------------|-------------------|
| | <i>Variable 1</i> | <i>Variable 2</i> |
| Media | 39.6940 | 15.2280 |
| Varianza | 528.8058 | 23.02304 |
| Observaciones | 10.0000 | 10 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.4295 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.0000 | |
| Grados de libertad | 9.0000 | |
| Estadístico t | 3.6189 | |
| P(T<=t) una cola | 0.0028 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1.8331 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.005581 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.2622 | |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Tabla 30: Análisis físico-químico del afluente y efluente (TURBIDEZ)

| ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|
| TURBIDEZ | | | |
| MUESTRA | UNIDAD | AFLUENTE | EFLUENTE |
| 1 | (NTU) | 82.11 | 24.60 |
| 2 | (NTU) | 227.00 | 20.81 |
| 3 | (NTU) | 286.00 | 30.84 |
| 4 | (NTU) | 284.00 | 28.39 |
| 5 | (NTU) | 294.00 | 38.02 |
| 6 | (NTU) | 112.11 | 14.55 |
| 7 | (NTU) | 275.84 | 34.92 |
| 8 | (NTU) | 295.04 | 18.56 |
| 9 | (NTU) | 179.48 | 11.89 |
| 10 | (NTU) | 255.47 | 19.22 |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

Tabla 31: Análisis estadístico prueba "t" (TURBIDEZ)

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | | |
|--|-------------------|-------------------|
| | <i>Variable 1</i> | <i>Variable 2</i> |
| Media | 229.1050 | 24.1800 |
| Varianza | 6161.2214 | 75.6081333 |
| Observaciones | 10.0000 | 10 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.5194 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.0000 | |
| Grados de libertad | 9.0000 | |
| Estadístico t | 8.7160 | |
| P(T<=t) una cola | 0.0000 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1.8331 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.000011 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.2622 | |

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de los análisis físico-químicos MINICONS

4.3.4 Zona de aceptación o rechazo

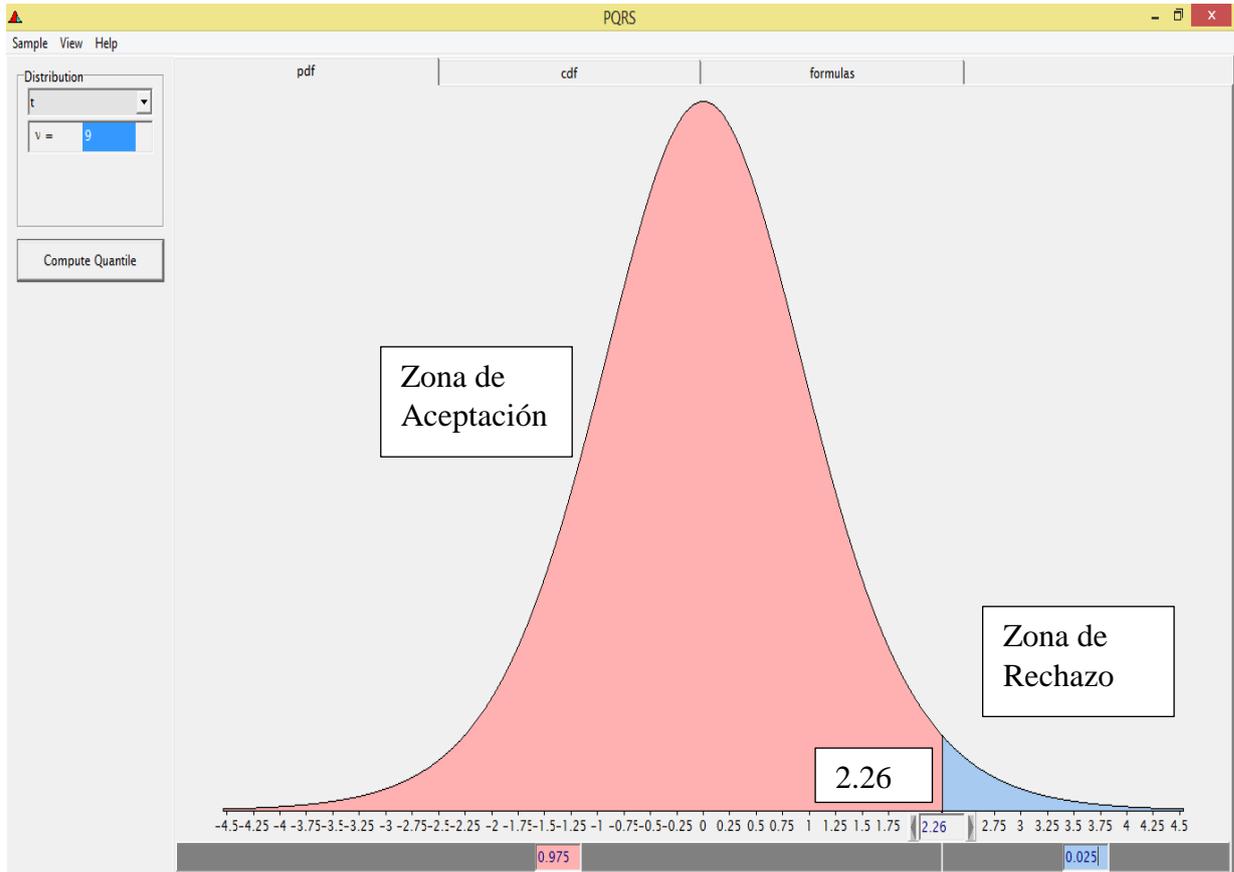
$v = \text{grados de libertad } (n-1) = 9$

Significación = 5%

$\alpha/2=0.025$

$t_t = \text{te tabulado} = 2.26$

Ilustración 2: Zona de Aceptación y Rechazo



Fuente: Elaborado por el Autor

4.3.5 Cálculo matemático del estimador te “t”

$$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S1^2 n_1 + S2^2 n_2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

$$t_c = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{SA^2 n_A + SB^2 n_B}{n_A + n_B - 2}}}$$

$$t_c = \frac{186.454 - 20.645}{\sqrt{\frac{7287.24 * 10 + 505.412628 * 10}{10 + 10 - 2}}}$$

tc=2.52

4.3.5 Decisión

Regla de decisión: “Se acepta H_0 si el valor de t_c es menor a t_t , caso contrario se acepta H_i ”.

El valor de $t_c = 2,52 > t_t = 2,26$; por consiguiente, de conformidad a lo establecido en la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna planteada para esta investigación; es decir: el diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas residuales industriales provenientes de lavadoras y tintorerías de Jeans, propuesto en esta investigación, reducirá el grado de contaminación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El diseño de la planta de tratamiento tipo de aguas industriales proveniente de lavadoras y tintorerías de jean en el Cantón San Pedro de Pelileo redujo el grado de contaminación.
- Se determinó y caracterizó las aguas residuales de de las lavadoras y tintorerías de jean en el Cantón Pelileo en tablas que constan en el capítulo 4 recolección de datos con información investigada en el Departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal.
- Se evaluó la calidad del afluente y efluente de la planta de tratamiento tipo a ser utilizada en las industrias textiles del cantón Pelileo y se comprobó que el prototipo propuesto disminuyó la contaminación con los parámetros de DBO₅, DQO, SST y Turbidez; es así, que la media de los valores de DBO sin aplicar el proceso tuvo un valor de 186,454 mg/lit considerado como condición ingreso; y mientras que, aplicando el tratamiento propuesto la media tuvo un valor de 20,645 mg/lit considerado como condición de salida; de la misma manera se comportaron los parámetros de DQO, SST y Turbidez.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que se implemente en todas las industrias textiles de lavandería y tintorería de Jean la planta de tratamiento tipo para bajar la contaminación del ambiente.
- Se recomienda que después del tratamiento tipo del agua residual de las lavadoras y tintorería de Jean se coloque carbonato de sodio para subir el nivel de PH y obtener aguas más neutras.
- Enviar las muestras en envases con refrigeración para evitar datos erróneos durante los análisis de las aguas industriales.
- Realizar los ensayos en laboratorios de absoluta confiabilidad, para obtener datos reales de las muestras.

MATERIAL DE REFERENCIA

1 Bibliografía.

[1]. http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014876/014876_01.pdf

[2].

<http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/AutomatizacionMaster/archivos/TAR.doc>.

[3]. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/chile13/trab-12.pdf>

[4]. Mansur M. “Tratamiento de aguas residuales en reactores anaeróbicos, de flujo ascendente, en manto de lodos” CEPIS

[5]. Veiga Barbazan, M, “Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB) FT-BIO-009 ” Ficha Técnica, 2015.

[6]. Vásquez Nuñez, G, “Panorama de Tratamiento de aguas residuales con tecnología anaerobia en la costa atlántica colombiana” Tesis Universidad Nacional de Colombia,2013.

[7]. Imbrium, G, “Tratamiento de las aguas residuales”2009.

[8].

http://www.aguasimple.org.mx/revistav4/index.php?option=com_content&view=article&id=272:ique-podemos-hacer-contra-las-sequias&catid=45:notas-de-agua-v4&Itemid=6

[9]. “TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA MEDIO AMBIENTAL (TULSMA)”

[10]. <http://www.awtsa.com/Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-Ecuador-Quito.html>

[11]. B. Oña y D. Falconí. “TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE LAVADO Y TINTURADO DE JEANS EN LA EMPRESA “MUNDOCOLOR” MEDIANTE ELECTROCOAGULACIÓN.” Tesis Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013.

[12].

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/ing_quimica/vol5_n2/a11.pdf

[13]. M. Paredes. “DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES DE LA LAVANDERÍA Y TINTORERÍA JAV-TEX DEL CANTÓN PELILEO.” Tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013.

[14]. Valencia Montoya, G, profesor Internacional CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) 2008 (pág. 15)

[15]. Salas Colotta, G, Diseño de un flotador por aire disuelto en el tratamiento del agua residual de un textil, Vol 7, Pag 39

[16]. La Norma CO 10.7 – 601 abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana, capítulo 10 Sistemas de tratamientos de aguas residuales.

[17]. Velandia Yeniffer blogpost

[18]. Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)

[19]. CO 10.7 – 601 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA URBANA DEL CODIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCION DE OBRAS SANITARIAS, capítulo 10.

[20]. Departamento de Gestión Ambiental del GAD San Pedro de Pelileo.

[21]. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/chile13/trab-12.pdf>

[22]. <http://aguasindustriales.es/como-funcionan-los-equipos-daf-para-depuradoras/>

[23]. METCALF & EDDY, INC. Biological Unit Process. In: Wastewater Engineering: Treatment, disposal, reuse. New York, McGraw Hill.

[24]. LETTINGA, G. y colaboradores. Anaerobic treatment of raw domestic sewage at ambient temperatures using a granular bed UASB reactor. En: Biotechnology and bioengineering. 25:1701-23, 1983.

[25]. S. Krochin. “Diseño Hidraulico” Pag 127-138

[26]. R. Correal Cuervo “Tratamiento y Postratamiento de aguas residuales” Centro de Investigaciones para el desarrollo “CIPADE”, Edición, Fundación Universitaria de Boyaca, Pag 108-119.

[27]. L. Herrera, A. Medina, G. Naranjo “Tutoría de la investigación científica”, Guía para elaborar en forma amena el trabajo de graduación, Pag, 104-112, 235-241.

2. Anexos

2.1 DISEÑO DEL TRATAMIENTO

2.1.1 BASES DE DISEÑO

2.1.1.1 Etapas de Implantación:

N = 25 años de acuerdo *Fuente: CO 10.7 – 601 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA URBANA DEL CODIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCION DE OBRAS SANITARIAS, capítulo 10.*

Inicio de operación: 2.017

Horizonte del proyecto: 2.042

2.1.1.2. Cálculo de caudal:

El caudal de diseño se obtiene de la media de los tres aforos realizados a las 46 empresas lavadoras de Jean, realizando un análisis de datos a través de estadística descriptiva con un 95% de confiabilidad.

A continuación se detalla la metodología en las siguientes tablas:

Tabla 32: Aforos realizados a las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean

| Nro. | REP LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | DIRECCION | PRODUCCION | CONSUMO | CATEGORIA DE LA | CAUDAL | CAUDAL | AFORO 1 | AFORO 2 | AFORO 3 |
|------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | PROMMES | DE ENERGIA | LAVANDERIA | MEDIO | MEDIO | | | |
| | | | | | Kw-h/mes | Pequeña-Mediana-Grande | m3/mes | lts/seg | lts/seg | lts/seg | lts/seg |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez/vía a Cevallos | 4084 | 1238 | PEQUEÑA | 163,36 | 0,06 | 0,66 | 0,05 | 2,25 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREDZUR | Parroquia Benitez/vía a Pintag | 7418 | 2248 | PEQUEÑA | 296,72 | 0,11 | 0,64 | | 1,43 |
| 3 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolívar | 20000 | 6061 | MEDIANA | 800,00 | 0,31 | 1,43 | 2,09 | 2,94 |
| 4 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolívar | 7000 | 2121 | PEQUEÑA | 280,00 | 0,11 | 1,00 | | |
| 5 | Rea Anibal | REA JEANS | Parroquia Bolivar | | | | | | 2,80 | 1,50 | 1,25 |
| 6 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | LAVANDERIA JONNATAHAN | Parroquia Bolívar | 2333 | 693 | PEQUEÑA | 93,32 | 0,04 | 0,45 | 0,27 | 0,45 |
| 7 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 40000 | 12121 | GRANDE | 1600,00 | 0,62 | 1,40 | | 0,60 |
| 8 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 15000 | 4545 | MEDIANA | 600,00 | 0,23 | 3,78 | 0,01 | 0,83 |
| 9 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 546 | 166 | PEQUEÑA | 21,84 | 0,01 | 2,40 | 1,03 | 1,31 |
| 10 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 5000 | 1515 | PEQUEÑA | 200,00 | 0,08 | | | |
| 11 | Pante Paredes Oscar | LAVANDERIA DE JEANS | Huasimpamba | 500 | 152 | PEQUEÑA | 20,00 | 0,01 | | | |
| 12 | Guerrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | 4000 | 1212 | PEQUEÑA | 160,00 | 0,06 | 1,20 | | 0,09 |
| 13 | Lopez Cueva Victor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 7265 | 2201 | PEQUEÑA | 290,60 | 0,11 | 1,23 | | 5,00 |
| 14 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 14688 | 3798 | MEDIANA | 587,52 | 0,23 | 0,74 | 0,99 | |
| 15 | Sanchez Olguer | LINTEX COLOR | La Paz | | | | | | 0,67 | 1,32 | 1,32 |
| 16 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 4461 | 847 | PEQUEÑA | 178,44 | 0,07 | 1,10 | 6,00 | 2,51 |
| 17 | Garcez Jose | LAVANDERIA DE JEANS | Ladrillo | 8000 | 3084 | MEDIANA | 320,00 | 0,12 | 1,34 | 0,66 | 0,48 |
| 18 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 25000 | 11563 | GRANDE | 1000,00 | 0,39 | 3,90 | 0,22 | 3,90 |
| 19 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 17806 | 4686 | MEDIANA | 712,24 | 0,27 | 2,91 | 0,18 | 2,91 |
| 20 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 28000 | 7400 | MEDIANA | 1120,00 | 0,43 | 2,30 | | 2,30 |
| 21 | Villegas Barrera Carlos Polivio | LAVADORA Villegas | Tambo El Progreso | 2085 | 295 | PEQUEÑA | 83,40 | 0,03 | 0,44 | 2,36 | 2,25 |
| 22 | Ramos Llerena Simon Bolivar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 5000 | 1480 | PEQUEÑA | 200,00 | 0,08 | 0,10 | | |
| 23 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 10800 | 377 | PEQUEÑA | 432,00 | 0,17 | 0,32 | | 0,73 |
| 24 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTER RIVER | Tambo Central | 26049 | 7506 | MEDIANA | 1041,96 | 0,40 | 2,30 | | 2,30 |
| 25 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 13916 | 3636 | MEDIANA | 556,64 | 0,21 | 0,46 | | 0,46 |
| 26 | Balzeca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 1600 | 485 | PEQUEÑA | 64,00 | 0,02 | 0,19 | 0,29 | 0,19 |
| 27 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 7000 | 2121 | PEQUEÑA | 280,00 | 0,11 | 0,37 | 13,88 | 0,35 |
| 28 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El Corte | 16733 | 3497 | MEDIANA | 669,32 | 0,26 | | | 0,83 |
| 29 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El Corte | 11528 | 925 | PEQUEÑA | 461,12 | 0,18 | 0,85 | 0,51 | 0,51 |
| 30 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | LLERENA MOSQUERA | El Corte | 2990 | 787 | PEQUEÑA | 119,60 | 0,05 | 3,18 | | 0,01 |
| 31 | Villacis Zamora Lourdes Magdalena | ANDERSON | El Corte | 20000 | 3637 | MEDIANA | 800,00 | 0,31 | 1,57 | | 1,20 |
| 32 | Guato Curipallo Miriam Estela | IVIDRINS | La Libertad | 600 | 182 | PEQUEÑA | 24,00 | 0,01 | 2,91 | | 0,09 |
| 33 | Cristina Paredes | LAVATEXA | La Libertad | 3246 | 984 | PEQUEÑA | 129,84 | 0,05 | | 1,00 | 2,22 |
| 34 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 12000 | 3636 | MEDIANA | 480,00 | 0,19 | 4,40 | 1,00 | 4,40 |
| 35 | Saylema Gomez Olivia | DAYANTEX | El Tambo | 44000 | 13333 | GRANDE | 1760,00 | 0,68 | 0,95 | 0,67 | 0,95 |
| 36 | Mariño Sanchez Rocio | LAVATEX | El Tambo | 12000 | 3636 | MEDIANA | 480,00 | 0,19 | 9,24 | 0,76 | 0,52 |
| 37 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 13641 | 4547 | MEDIANA | 545,64 | 0,21 | | 0,40 | 0,31 |
| 38 | Pepe Culqui Jose Maria | LAVANDERIA DE JEANS | Pelileo-Barrio Central | | | | | | 2,91 | | 0,44 |
| 39 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 12000 | 4125 | MEDIANA | 480,00 | 0,19 | 0,72 | | |
| 40 | Balzeca Pico Angel | LAVANDERIA PROLAVTEX | Pelileo- Barrio Central | 6336 | 1920 | PEQUEÑA | 253,44 | 0,10 | 0,41 | 1,75 | 0,41 |
| 41 | Hurtado Olguer Joselito | HURTADO | Pelileo- Via Confraternidad | 8500 | 2297 | PEQUEÑA | 340,00 | 0,13 | 0,49 | 0,86 | 0,49 |
| 42 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 18000 | 5455 | MEDIANA | 720,00 | 0,28 | 0,09 | | 0,75 |
| 43 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 1200 | 364 | PEQUEÑA | 48,00 | 0,02 | | 2,70 | 0,57 |
| 44 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 25957 | 7876 | MEDIANA | 1038,28 | 0,40 | 0,61 | 0,49 | 0,49 |
| 45 | Cesar Sinchiguano | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 10200 | 3187 | MEDIANA | 408,00 | 0,16 | 0,60 | | 6,14 |
| 46 | Oña Jorge | FASHION COLOR | Pelileo-24 de mayo | 2750 | 833 | PEQUEÑA | 110,00 | 0,04 | 0,28 | 0,40 | 0,28 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 33: Estadística Descriptiva de los Aforos

| AFORO 1 A (lts/seg) | AFORO 2 B (lts/seg) | AFORO 3 C (lts/seg) |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| 4,40 | 2,70 | 4,40 |
| 3,90 | 2,36 | 3,90 |
| 3,78 | 2,09 | 2,94 |
| 3,18 | 1,75 | 2,91 |
| 2,91 | 1,50 | 2,51 |
| 2,91 | 1,32 | 2,30 |
| 2,91 | 1,03 | 2,30 |
| 2,80 | 1,00 | 2,25 |
| 2,40 | 1,00 | 2,25 |
| 2,30 | 0,99 | 2,22 |
| 2,30 | 0,86 | 1,43 |
| 1,57 | 0,76 | 1,32 |
| 1,43 | 0,67 | 1,31 |
| 1,40 | 0,66 | 1,25 |
| 1,34 | 0,60 | 1,20 |
| 1,23 | 0,51 | 0,95 |
| 1,20 | 0,49 | 0,83 |
| 1,10 | 0,40 | 0,83 |
| 1,00 | 0,40 | 0,75 |
| 0,95 | 0,29 | 0,73 |
| 0,92 | 0,27 | 0,62 |
| 0,85 | 0,22 | 0,60 |
| 0,74 | 0,18 | 0,57 |
| 0,72 | 0,14 | 0,52 |
| 0,67 | 0,05 | 0,51 |
| 0,66 | 0,01 | 0,50 |
| 0,64 | | 0,49 |
| 0,61 | | 0,49 |
| 0,60 | | 0,48 |
| 0,49 | | 0,46 |
| 0,46 | | 0,45 |
| 0,45 | | 0,44 |
| 0,44 | | 0,41 |
| 0,41 | | 0,35 |
| 0,37 | | 0,31 |
| 0,32 | | 0,28 |
| 0,28 | | 0,19 |
| 0,19 | | 0,09 |
| 0,10 | | 0,09 |
| 0,09 | | 0,01 |

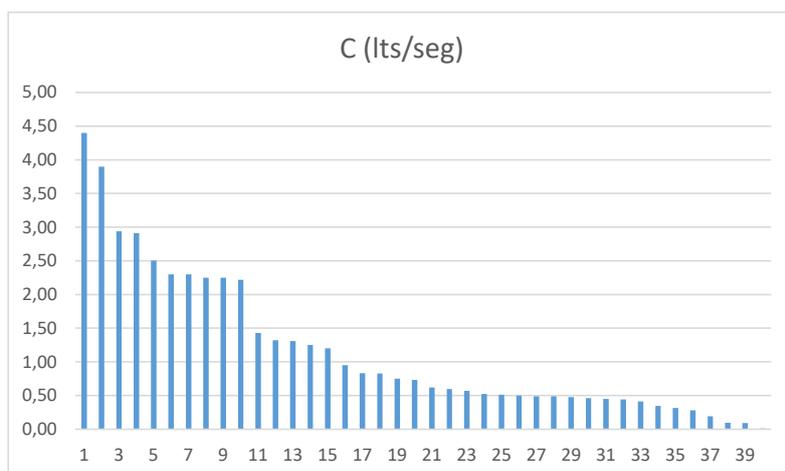
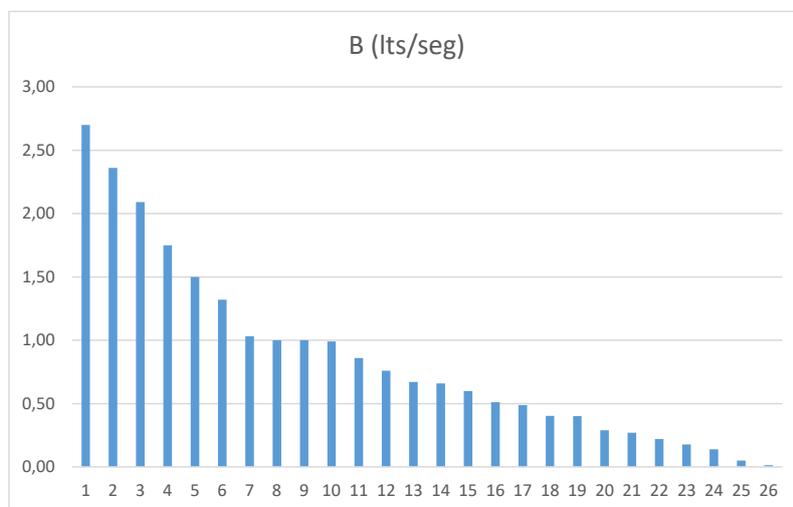
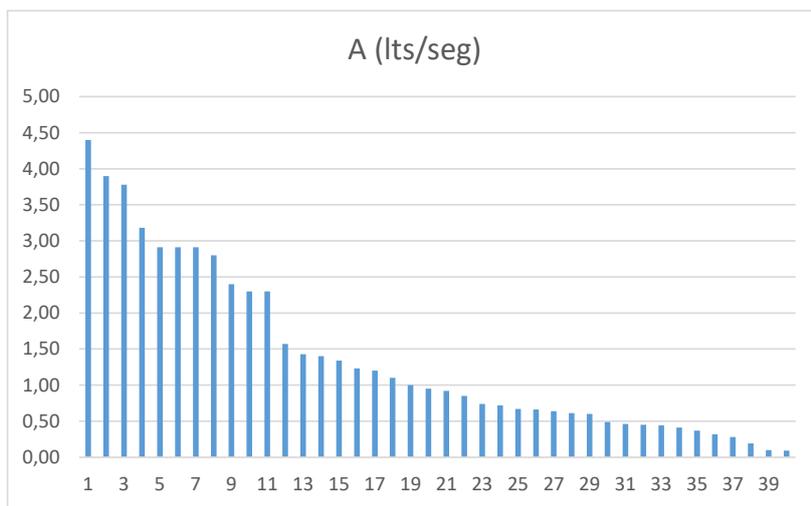
| Columna A | |
|---------------------------|------------|
| Media | 1,3755 |
| Error típico | 0,18476387 |
| Mediana | 0,935 |
| Moda | 2,91 |
| Desviación estándar | 1,16854929 |
| Varianza de la muestra | 1,36550744 |
| Curtosis | 0,09764656 |
| Coefficiente de asimetría | 1,07602151 |
| Rango | 4,31 |
| Mínimo | 0,09 |
| Máximo | 4,4 |
| Suma | 55,02 |
| Cuenta | 40 |
| Nivel de confianza(95,0%) | 0,37372019 |

| Columna B | |
|---------------------------|------------|
| Media | 0,85569231 |
| Error típico | 0,14101943 |
| Mediana | 0,665 |
| Moda | 1 |
| Desviación estándar | 0,71906082 |
| Varianza de la muestra | 0,51704846 |
| Curtosis | 0,74836096 |
| Coefficiente de asimetría | 1,15405081 |
| Rango | 2,687 |
| Mínimo | 0,013 |
| Máximo | 2,7 |
| Suma | 22,248 |
| Cuenta | 26 |
| Nivel de confianza(95,0%) | 0,29043495 |

| Columna C | |
|---------------------------|------------|
| Media | 1,16085 |
| Error típico | 0,17029974 |
| Mediana | 0,675 |
| Moda | 2,25 |
| Desviación estándar | 1,07707011 |
| Varianza de la muestra | 1,16008003 |
| Curtosis | 1,33072245 |
| Coefficiente de asimetría | 1,3819281 |
| Rango | 4,39 |
| Mínimo | 0,01 |
| Máximo | 4,4 |
| Suma | 46,434 |
| Cuenta | 40 |
| Nivel de confianza(95,0%) | 0,34446373 |

Fuente: Análisis del autor

Gráfico 6: Estadística Descriptiva de los Aforos



Fuente: Análisis del autor

El caudal medio, máximo y mínimo para el diseño del prototipo de la planta de tratamiento de aguas residuales de las industrias de lavado y tintorería de Jean se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 34: Estadística Descriptiva de los Aforos

| Q máx (lts/seg) | Q medio (lts/seg) | Q mín (lts/seg) |
|-----------------|---|-----------------|
| 4,32 | 1,20 | 0,36 |
| | | |
| k1 = 1,2 a 1,5 | coeficiente de variación diaria | |
| k2 = 1,8 a 2,4 | coeficiente de variación horaria | |
| k3 = 0,3 | coeficiente de variación mínima horaria | |

Fuente: Análisis del autor

2.1.1.3 Características Físicoquímicas de las aguas residuales

Como base de diseño tomaremos los valores medios de los parámetros de DBO, DQO, SST y PH de los años 2012, 2013, 2014 y 2015 de las aguas residuales analizadas de las 46 Empresas de Lavado y Tintorería de Jean. A continuación en las siguientes tablas detallamos el proceso de cálculo:

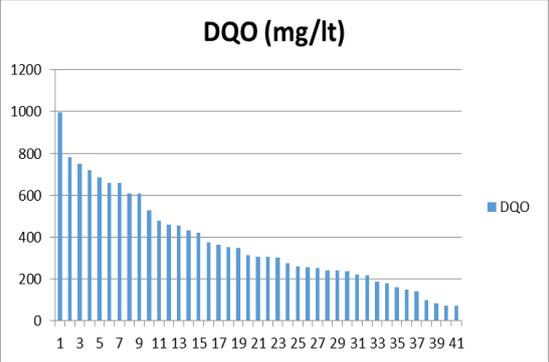
Tabla 35: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2012

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2012 | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----|------|-------|-----------|
| Nº | REP LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | Dirección | DQO | DBO | PH | S.Totales |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez | 254 | 3 | 6,13 | 1304 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREDZUR | Parroquia Benitez | 455 | 280 | 6,35 | |
| 3 | Zuñiga Delgado Luis Ivan | LAVANDERIA ZUÑIGA | Parroquia Bolivar | 301 | 42 | 5,1 | 4746 |
| 4 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 720 | 570 | 5,99 | |
| 5 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolivar | 610 | 190 | 5,76 | 3812 |
| 6 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | LAVANDERIA JONNATAHAN | Parroquia Bolivar | 240 | 120 | 4,43 | |
| 7 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 242 | 173 | 7,1 | 1000 |
| 8 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 187 | 120 | 7,68 | 1132 |
| 9 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 220 | 50 | 7,04 | 1684 |
| 10 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 479 | 88 | 4,15 | 1630 |
| 11 | Pante Paredes Oscar | LAVANDERIA DE JEANS | Huasimpamba | 997 | 96 | 4,83 | 1784 |
| 12 | Guerrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | 684 | 417 | 6,84 | 1208 |
| 13 | Lopez Cueva Victor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 101 | 70 | 9 | |
| 14 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 255 | 56 | 6,76 | 1698 |
| 15 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 421 | 116 | 6,37 | 524 |
| 16 | Garcez Jose | LAVANDERIA DE JEANS | Ladrillo | 150 | 132 | 5,7 | 1632 |
| 17 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 376 | 120 | 6,38 | 1216 |
| 18 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 275 | 182 | 7,16 | 2360 |
| 19 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 780 | 320 | 6,29 | 3292 |
| 20 | Villegas Barrera Carlos Polivio | LAVADORA Villegas | Tambo El Progreso | 314 | 109 | 5,41 | 1820 |
| 21 | Ramos Llerena Simon Bolivar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 460 | 138 | 7,33 | 2320 |
| 22 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 752 | 260 | 6,57 | 2720 |
| 23 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTER RIVER | Tambo Central | 260 | 140 | 3,99 | 2816 |
| 24 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 221 | 150 | 6,5 | 768 |
| 25 | Balzeca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | | | | |
| 26 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 608 | 390 | 6,63 | 2963 |
| 27 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El corte | 307 | 116 | 6,23 | 4544 |
| 28 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El corte | 307 | 140 | 10,13 | |
| 29 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | LLERENA MOSQUERA | El corte | 434 | 274 | 6,47 | 1600 |
| 30 | Villacis Zamora Lourdes Magdalena | ANDERSON | El corte | 530 | 180 | 6,33 | 1060 |
| 31 | Guato Curipallo Miriam Estela | IVIDRINS | La Libertad | | | | |
| 32 | Paredes Cesar | LAVATEXA | La Libertad | 347 | 180 | 6,93 | |
| 33 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 72 | 51 | 6,9 | 892 |
| 34 | Saylema GomezOlivia | DAYANTEX | El Tambo | 141 | 67 | 6,92 | 828 |
| 35 | Mariño Sanchez Rocio | LAVATEX | El Tambo | 83 | 45,2 | 6,06 | 2648 |
| 36 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 162 | 90 | 6,11 | 2432 |
| 37 | Pepe Culqui Jose Maria | LAVANDERIA DE JEANS | Pelileo-Barrio Central | 660 | 57 | 3,57 | 7542 |
| 38 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | | | | |
| 39 | Balzeca Pico Angel | LAVANDERIA PROLAVTEX | Pelileo- Barrio Central | | | | |
| 40 | Hurtado Olguer Joselito | HURTADO | Pelileo- Via Confraternidad | 660 | 230 | 6,87 | 3120 |
| 41 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 365 | 162 | 6 | 3820 |
| 42 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 179 | 110 | 7,21 | 1048 |
| 43 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 353 | 180 | 6,19 | 868 |
| 44 | Sanchez Augusto | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 72 | 28 | 6,22 | 1176 |
| 45 | Oña Jorge | FASHION COLOR | Pelileo-24 de mayo | 239 | 86 | 6,19 | 2120 |

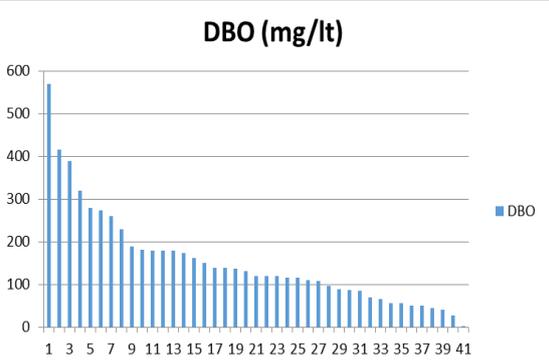
Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 36: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2012

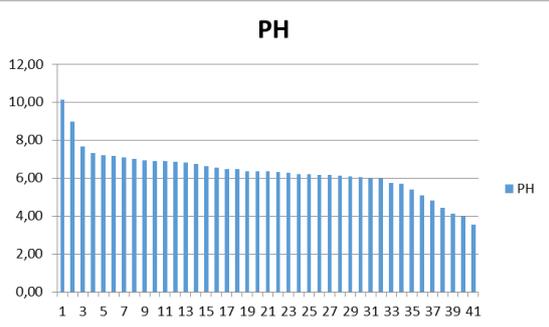
| <i>DQO 2012</i> | |
|---------------------------|-------------|
| Media | 372,5121951 |
| Error típico | 34,71149599 |
| Mediana | 307 |
| Moda | 307 |
| Desviación estándar | 222,2620213 |
| Varianza de la muestra | 49400,4061 |
| Curtosis | 0,171671271 |
| Coefficiente de asimetría | 0,844983467 |
| Rango | 925 |
| Mínimo | 72 |
| Máximo | 997 |
| Suma | 15273 |
| Cuenta | 41 |
| Nivel de confianza(95,0%) | 70,1545503 |



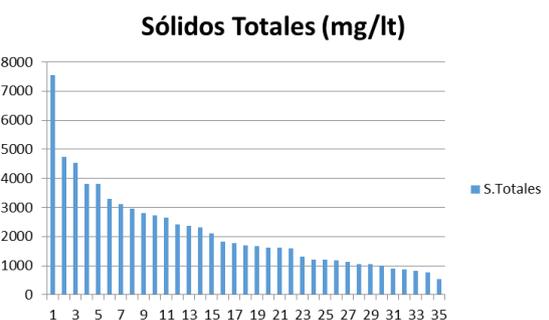
| <i>DBO 2012</i> | |
|---------------------------|-------------|
| Media | 154,3463415 |
| Error típico | 17,86329391 |
| Mediana | 120 |
| Moda | 120 |
| Desviación estándar | 114,3808902 |
| Varianza de la muestra | 13082,98805 |
| Curtosis | 3,677308568 |
| Coefficiente de asimetría | 1,719459529 |
| Rango | 567 |
| Mínimo | 3 |
| Máximo | 570 |
| Suma | 6328,2 |
| Cuenta | 41 |
| Nivel de confianza(95,0%) | 36,10306372 |



| <i>PH 2012</i> | |
|---------------------------|-------------|
| Media | 6,337073171 |
| Error típico | 0,185043253 |
| Mediana | 6,35 |
| Moda | 6,19 |
| Desviación estándar | 1,184854936 |
| Varianza de la muestra | 1,40388122 |
| Curtosis | 2,616250066 |
| Coefficiente de asimetría | 0,341910098 |
| Rango | 6,56 |
| Mínimo | 3,57 |
| Máximo | 10,13 |
| Suma | 259,82 |
| Cuenta | 41 |
| Nivel de confianza(95,0%) | 0,373986364 |



| <i>S. TOTALES 2012</i> | |
|---------------------------|-------------|
| Media | 2175,057143 |
| Error típico | 243,1718863 |
| Mediana | 1698 |
| Moda | #N/A |
| Desviación estándar | 1438,62428 |
| Varianza de la muestra | 2069639,82 |
| Curtosis | 4,520955784 |
| Coefficiente de asimetría | 1,813116476 |
| Rango | 7018 |
| Mínimo | 524 |
| Máximo | 7542 |
| Suma | 76127 |
| Cuenta | 35 |
| Nivel de confianza(95,0%) | 494,1847308 |



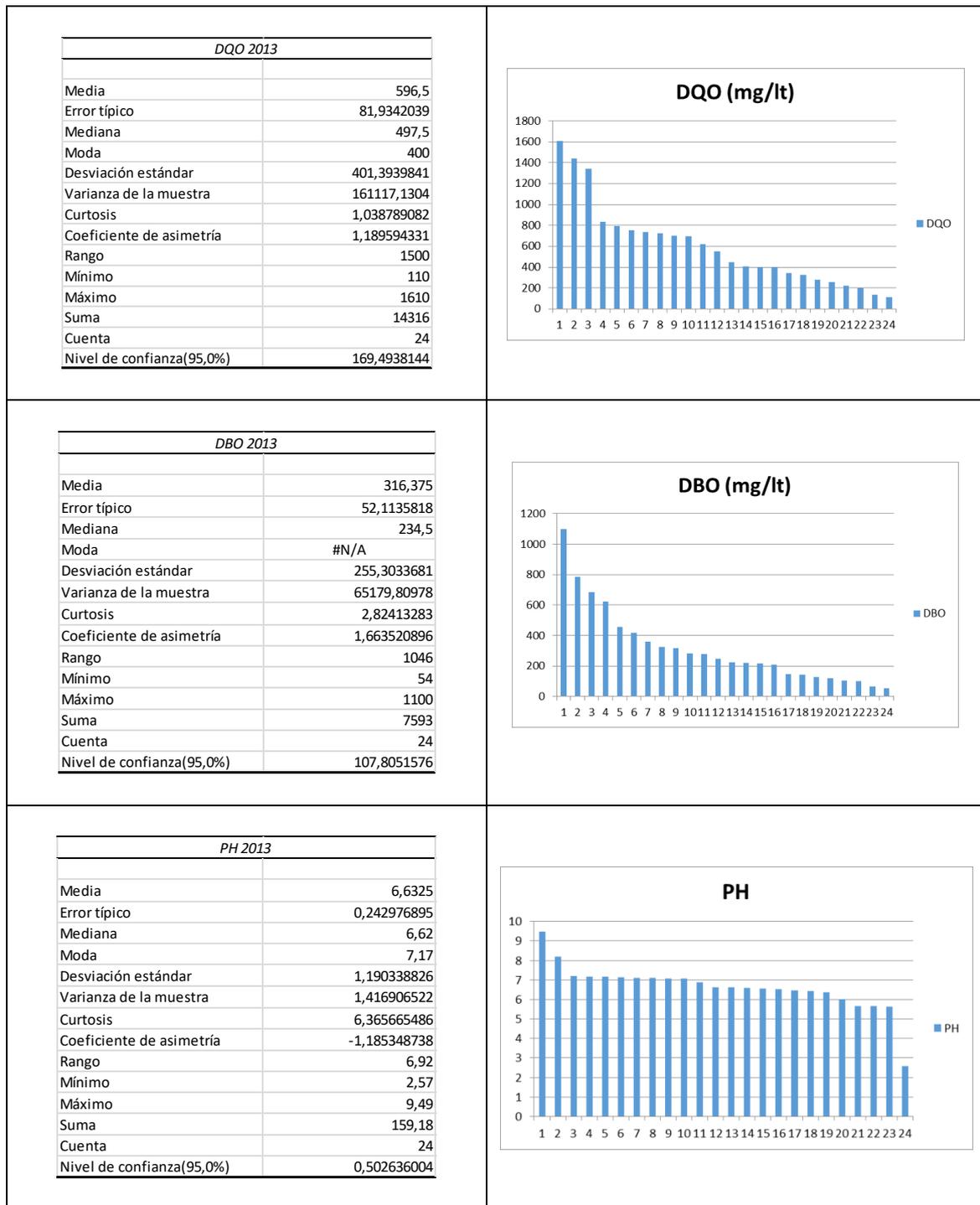
Fuente: Análisis del autor

Tabla 37: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2013

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2013 | | | | | | |
|--|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------|------|------|------|
| Nro. | REP LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | Dirección | DQO | DBO | PH |
| 1 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 135 | 54 | 8,19 |
| 2 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 280 | 144 | 6,45 |
| 3 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El corte | 219 | 98 | 2,57 |
| 4 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 110 | 65 | 7,17 |
| 5 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 200 | 120 | 7,12 |
| 6 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREDZUR | Parroquia Benitez | 344 | 148 | 7,1 |
| 7 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolívar | 328 | 128 | 6,37 |
| 8 | Toaing Machuca carlos Iván | CACTOMER IN. | Parroquia Bolívar | 702 | 360 | 6,00 |
| 9 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 400 | 216 | 7,19 |
| 10 | Pante Paredes Oscar | LAVANDERIA PANTE | Huasimpamba | 550 | 245 | 5,63 |
| 11 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 406 | 224 | 6,55 |
| 12 | Ramos Llerena Simón Bolívar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 834 | 454 | 6,59 |
| 13 | Ramos Llerena Héctor Napoleón | RAM JEANS | Tambo Central | 1610 | 1100 | 6,62 |
| 14 | Balseca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 750 | 281 | 7,09 |
| 15 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 1440 | 785 | 5,65 |
| 16 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | TEHTEX | El corte | 734 | 622 | 6,43 |
| 17 | Guato Curipallo Mirian Estela | INDIBRINS | La Libertad | 400 | 208 | 5,65 |
| 18 | Pepe Culqui José María | JAVITEX | Pelileo-Barrio Central | 724 | 277 | 9,49 |
| 19 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 792 | 416 | 6,62 |
| 20 | Balzeza Pico Ángel | LAVANDERIA LAVACLASSIC | Pelileo- Barrio Central | 696 | 316 | 7,07 |
| 21 | Ramiro | LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 257 | 102 | 7,07 |
| 22 | Banda Cando María | VEQUITEX | Consuelo | 1340 | 685 | 6,87 |
| 23 | Sánchez Toledo Arturo Francisco | MEGA COLOR | Calle Dr. Euclides Barrera | 620 | 325 | 6,52 |
| 24 | Oña Jamy Jorge | FASHION | Pelileo-24 de mayo y | 445 | 220 | 7,17 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 38: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2013



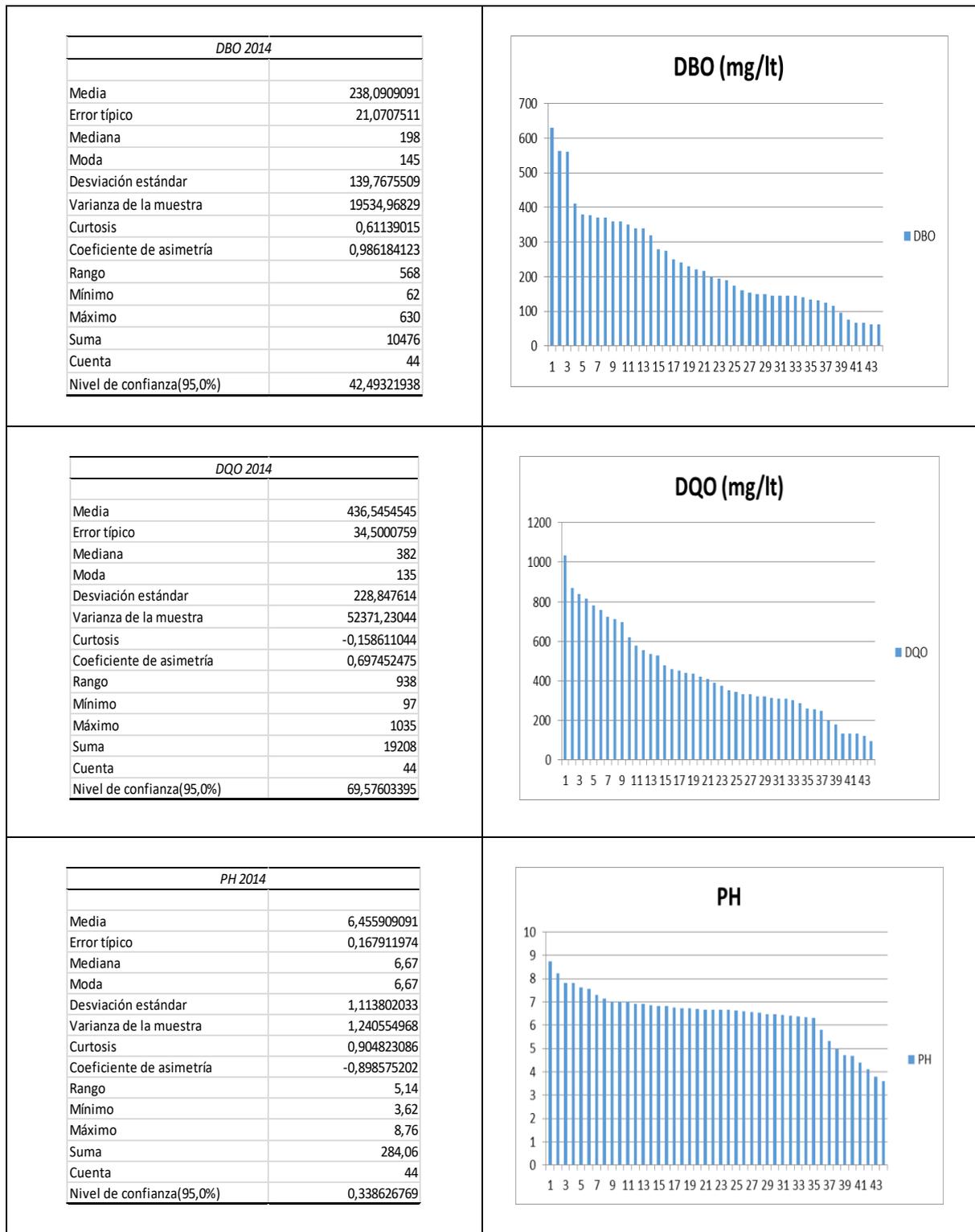
Fuente: Análisis del autor

Tabla 39: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2014

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2014 | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----|------|------|
| Nro. | REPRESENTANTE LEGAL O PROponente | EMPRESAS | Dirección | DBO | DQO | PH |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez | 63 | 97 | 3,8 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREDZUR | Parroquia Benitez | 630 | 410 | 6,46 |
| 3 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 320 | 620 | 6,73 |
| 4 | Rea Machuca Segundo Anibal | REA JEANS | Pelileo - Caserío Quitocucho | 230 | 530 | 5,33 |
| 5 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolivar | 201 | 310 | 4,13 |
| 6 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | LAVANDERIA JONNATAHAN | Parroquia Bolivar | 131 | 201 | 3,62 |
| 7 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 175 | 346 | 6,68 |
| 8 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 62 | 135 | 7,56 |
| 9 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 380 | 814 | 8,76 |
| 10 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | 250 | 478 | 4,68 |
| 11 | Guerrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | | | |
| 12 | Lopez Cueva Victor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 370 | 781 | 4,39 |
| 13 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 115 | 247 | 6,67 |
| 14 | Sanchez Holger | LINTEX | La Paz | 155 | 315 | 6,62 |
| 15 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 410 | 837 | 6,49 |
| 16 | Garcez Jose | LAVANDERIA Y TINTORERÍA ANDREWS | Ladrillo | 68 | 135 | 7,32 |
| 17 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 135 | 287 | 6,72 |
| 18 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 560 | 1035 | 6,55 |
| 19 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 140 | 258 | 6,92 |
| 20 | Villegas Barrera Carlos Polivio | LAVADORA VILLEGAS | Tambo El Progreso | 370 | 760 | 6,36 |
| 21 | Ramos Llerena Simón Bolívar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 242 | 440 | 6,67 |
| 22 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 125 | 261 | 8,22 |
| 23 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTEX RIVER | Tambo Central | 160 | 375 | 6,56 |
| 24 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 95 | 178 | 6,82 |
| 25 | Balzeza Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 145 | 322 | 6,42 |
| 26 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 340 | 697 | 6,33 |
| 27 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El corte | 145 | 301 | 6,84 |
| 28 | Andaluz Santiago | MODA TINTEX | El corte | 75 | 135 | 7,02 |
| 29 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | TEFTEX | El corte | 150 | 310 | 6,48 |
| 30 | Villacis Zamora Lourdes Magdalena | ANDERSON | El corte | 220 | 460 | 6,67 |
| 31 | Guato Curipallo Miriam Estela | INDIBRINS | La Libertad | 280 | 451 | 4,97 |
| 32 | Paredes Cesar | LAVATEXA | La Libertad | 350 | 535 | 6,93 |
| 33 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | | | |
| 34 | Saylema Gomez Olivia | DAYANTEX | El Tambo | 195 | 436 | 7,64 |
| 35 | Mariño Sanchez Rocio | SAMTEX | El Tambo | 150 | 352 | 4,71 |
| 36 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 216 | 332 | 7,82 |
| 37 | Pepe Culqui Jose Maria | JAVITEX | Pelileo-Barrio Central | 145 | 332 | 7,83 |
| 38 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 340 | 725 | 6,71 |
| 39 | Balzeza Pico Angel | LAVACLASIC | Pelileo- Barrio Central | 360 | 712 | 6,86 |
| 40 | Hurtado Olguer Joselito | JHOSEP COLOR | Pelileo- Via Confraternidad | 377 | 580 | 7,16 |
| 41 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 564 | 868 | 7,02 |
| 42 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 360 | 554 | 6,38 |
| 43 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 190 | 389 | 7,01 |
| 44 | Sanchez Augusto | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 145 | 323 | 6,65 |
| 45 | Oña Jorge | FASHION COLOR | Pelileo-24 de mayo | 68 | 122 | 6,75 |
| 46 | Oscar Pante | LAVANDERÍA PANTE | Pelileo - Huasimpamba | 274 | 422 | 5,80 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 40: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2014



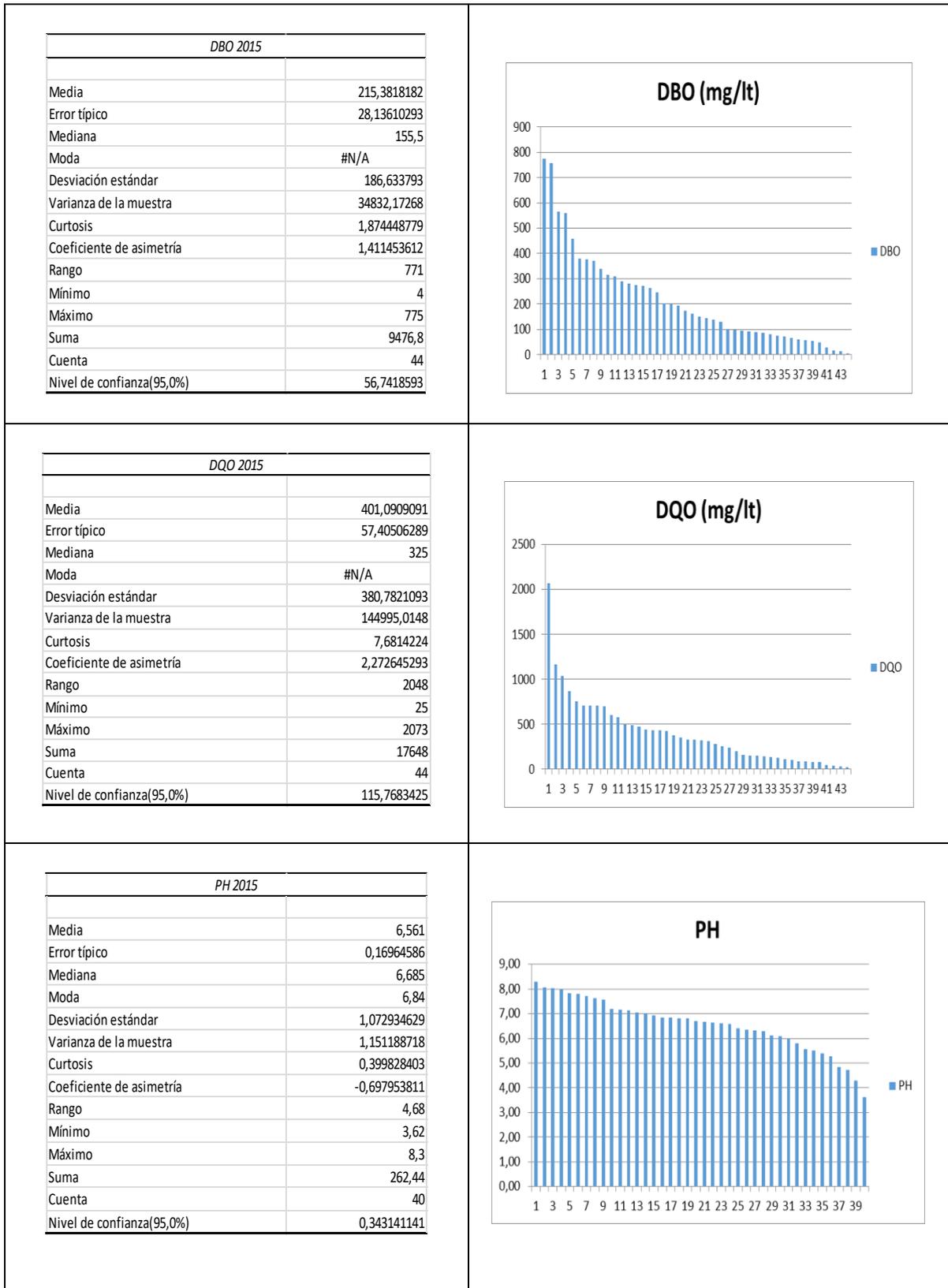
Fuente: Análisis del autor

Tabla 41: Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2015

| ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS Y TINTORERÍAS DE JEANS AÑO 2015 | | | | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------|------|------|
| Nro. | REPRESENTANTE LEGAL O PROPONENTE | EMPRESAS | Dirección | DBO | DQO | PH |
| 1 | Morales Barroso Diego Fernando | MOBATEX | Parroquia Benitez | 55 | 97 | 3,8 |
| 2 | Paredes Chipantiza Wilson | PAREZUR | Parroquia Benitez | 273 | 410 | 6,46 |
| 3 | Cherrez Wilson Rodrigo | ROLAND JEANS | Parroquia Bolivar | 28 | 620 | 6,73 |
| 4 | Rea Machuca Segundo Aníbal | REA JEANS | Caserío Quitocucho | 75 | 530 | 5,33 |
| 5 | Toinga Machuca Carlos | CACTOMER INC | Parroquia Bolivar | 289 | 310 | 4,13 |
| 6 | Aguaguña Morales Gladys Erlinda | JONNATAHAN | Parroquia Bolivar | 131 | 201 | 3,62 |
| 7 | Valladares Paredes Jaime | JAV TEX | Parroquia Pelileo Grande | 246 | 346 | 6,68 |
| 8 | Hoyos Jonny Patricio | CONDETALLES Y COLORES | El Obraje | 16 | 135 | 7,56 |
| 9 | Zuñiga Mosquera Wilson Manuel | WILLIS | Huasimpamba | 90 | 814 | 8,76 |
| 10 | Paredes Zuñiga Jhon Franklin | TEXPAR | Huasimpamba | | 478 | 4,68 |
| 11 | Guerrero Zuñiga Edison Ramiro | BLUE JEANS | Huasimpamba | | | |
| 12 | Lopez Cueva Victor | MEGA PROCESOS | Quinchibana | 202 | 781 | 4,39 |
| 13 | Sanchez Llerena Marcelo | CHELOS | La Paz | 311 | 247 | 6,67 |
| 14 | Sanchez Paredes Geomayra Catherine | LINTEX | La Paz | 757 | 315 | 6,62 |
| 15 | Lopez Llerena Franklin | LOPEZ LLERENA | La Paz | 50 | 837 | 6,49 |
| 16 | Garcez Paredes Jose Moises | ANDREWS | Ladrillo | 200 | 135 | 7,32 |
| 17 | Manjarres Mayorga Alvaro I. | SERVICOLOR | Tambo El Progreso | 100 | 287 | 6,72 |
| 18 | Silva Morales Cesar Filoteo | CISNE COLOR | Tambo El Progreso | 560 | 1035 | 6,55 |
| 19 | Pico Medina Francisco | CORPOTEX | Tambo El Progreso | 140 | 258 | 6,92 |
| 20 | Pineda Silva Martha Elizabeth | CRISTHIAN CAR | Tambo El Progreso | 370 | 760 | 6,36 |
| 21 | Ramos Llerena Simon Bolivar | LAVANDERIA RAMOS | Tambo Central | 264 | 440 | 6,67 |
| 22 | Ramos Llerena Hector Napoleon | RAM JEANS | Tambo Central | 175 | 261 | 8,22 |
| 23 | Rivera Gallegos Martha Cecilia | TINTEX RIVER | Tambo Central | 317 | 375 | 6,56 |
| 24 | Medina Carrasco Joselito | LASANTEX | Tambo Central | 95 | 178 | 6,82 |
| 25 | Balzeca Quinga Fausto | PANTANOS JEANS | Tambo Central | 145 | 322 | 6,42 |
| 26 | Villegas Barrera Sara | SARITEX | Tambo Central | 340 | 697 | 6,33 |
| 27 | Fiallos Lopez Darwin Ruben | DERVITH COLOR | El corte | 459 | 301 | 6,84 |
| 28 | Andaluz Oñate Mariana Andaluz | MODA TINTEX | El corte | 97,8 | 135 | 7,02 |
| 29 | Llerena Mosquera Patricio Alcivar | TERTEX | El corte | 60 | 310 | 6,48 |
| 30 | Villacis Zamora Lourdes Magdalena | ANDERSON | El corte | 57 | 460 | 6,67 |
| 31 | Guato Curipallo Miriam Estela | INDIBRINS | La Libertad | 380 | 451 | 4,97 |
| 32 | Segundo Talahua | ANDROS JEANS | Huambalito | 73 | 535 | 6,93 |
| 33 | De la Cruz Luis Alfonso | ALEXANDER | El Tambo | 14 | | |
| 34 | Saylema Gomez Olivia | DAYANTEX | El Tambo | 195 | 436 | 7,64 |
| 35 | Mariño Sanchez Rocio | SAMTEX | El Tambo | 150 | 352 | 4,71 |
| 36 | Morales Cruz Gloria Fabiola | MAR ANDREWS | El Tambo | 282 | 332 | 7,82 |
| 37 | Pepe Culqui Jose Maria | JAVITEX | Pelileo-Barrio Central | 81 | 332 | 7,83 |
| 38 | Gallegos Tamayo Patricio | JORDAN | Pelileo- Barrio Central | 86 | 725 | 6,71 |
| 39 | Balzeca Pico Angel | LAVACLASIC | Pelileo- Barrio Central | 161 | 712 | 6,86 |
| 40 | Hurtado Olguer Joselito | JHOSEP COLOR | Pelileo- Via Confraternidad | 377 | 580 | 7,16 |
| 41 | Llerena Chipantiza Becker Ramiro | PROCESOS TEXTILES LLERENA | Pelileo- Via Confraternidad | 564 | 868 | 7,02 |
| 42 | Banda Cando Maria | VEQUITEX | Pelileo-Cristo del Consuelo | 93 | 554 | 6,38 |
| 43 | Gallegos Tamayo William | MULTI PROCESOS GALLEGOS | Pelileo-24 de mayo | 775 | 389 | 7,01 |
| 44 | Cesar Sinchuguano | MEGA COLOR | Pelileo-24 de mayo | 65 | 323 | 6,65 |
| 45 | Oña Jamo Jorge | FASHION COLOR | Parroquia Benitez | 4 | 122 | 6,75 |
| 46 | Oscar Pante | LAVANDERÍA PANTE | Pelileo - Huasimpamba | 274 | 422 | 5,80 |

Fuente: GAD Municipal de San Pedro de Pelileo

Tabla 42: Estadística Descriptiva de los Parámetros analizados en las aguas residuales de las Empresas de Lavado y Tintorería de Jean en el año 2015



Fuente: Análisis del autor

Una vez obtenido los valores medios de los parámetros de DBO, DQO, SST y PH se asume para el diseño de la planta de tratamiento tipo los valores más altos, a continuación en la siguiente tabla se detalla:

Tabla 43: Valores de DBO, DQO, SST y PH para el diseño

| AÑO | DBO | DQO | PH | ST |
|------|--------|--------|------|----------|
| | mg/lt | mg/lt | | mg/lt |
| 2012 | 154,35 | 372,51 | 6,34 | 2.175,06 |
| 2013 | 316,38 | 596,50 | 6,63 | |
| 2014 | 238,09 | 436,55 | 6,46 | |
| 2015 | 215,38 | 401,09 | 6,56 | |

Fuente: Análisis del autor

Establecido los condicionamientos de diseño (bases), es posible realizar el cálculo de las diferentes unidades que integran la planta de tratamiento tipo de aguas residuales de las lavanderías y tintorerías de Jean y sus etapas.

2.1.2 FASE I.- TRATAMIENTO PRELIMINAR

Se puede utilizar procesos biológicos de tratamiento dentro del siguiente rango DBO / DQO menor a 2.50 [21].

$316.38 / 596.50 = 0.530$, este valor es menor a 2.50, por lo tanto se puede utilizar procesos biológicos.

El degradamiento y desarenación, deben tener remoción mecánica de los materiales retenidos, cuando el caudal de dimensionamiento fuera igual o superior a: 250 lts/seg, como en nuestro caso el caudal máximo es de 4.32 lts/seg se puede definir que es un tratamiento de Trabajo – Rejilla

- El degradamiento utilizará rejillas de barras de remoción manual.
- La desarenación será por caja de arena tipo canal de limpieza manual.
- El control del escurrimiento en la caja de arena y en el canal de unión de la rejilla será obtenido por la instalación de una canaleta Parshall, precedida de un rebalse, el cual también permitirá la lectura del caudal afluente.

El control de velocidad de escurrimiento evitará que ocurra un arrastre de material arenoso, cuando la velocidad excede los 0.60 m/seg. y ocurrirá la disposición de materia orgánica cuando la velocidad es inferior a 0.30 m/seg.

De acuerdo con la norma, la velocidad debe ser igual o superior a 0.30 m/seg; para un caudal medio, no debiendo exceder a 0.40 m/seg; para caudal máximo.

2.1.2.1 Diseño hidráulico del Canal Desarenador.

Se construirá una cámara desarenadora y además aguas abajo un regulador de velocidades constituido por un canal Parshall.

Datos básicos para el diseño:

$$Q_{\text{máx}} = 4.32 \text{ lts/seg} = 0.153 \text{ pie}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{med}} = 1.2 \text{ lts/seg} = 0.042 \text{ pie}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{mín}} = 0.36 \text{ lts/seg} = 0.013 \text{ pie}^3/\text{seg}$$

Velocidad reja limpia: 0,3 m/s = 0,984 pie/s, ya que a velocidades menores la materia orgánica se decantaría.

Imhoff, muestra que para sedimentar partículas de 0,20 mm de diámetro que son los utilizados para este diseño se debe utilizar una velocidad de sedimentación de 2,28 cm./seg.

Tabla 44: Velocidades de sedimentación según Imhoff

| Velocidades de sedimentación según Imhoff | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Díametro [mm] | 1,000 | 0,500 | 0,200 | 0,100 | 0,050 | 0,010 | 0,005000 |
| Velocidad (cm/seg) | 13,94 | 7,17 | 2,28 | 0,68 | 0,17 | 0,008 | 0,002000 |
| Carbón (cm/ seg) | 4,22 | 2,11 | 0,72 | 0,2 | 0,042 | 0,002 | 0,000042 |

Fuente: Sedimentación según Imhoff

2.1.2.2 Cálculo de las dimensiones del canal desarenador

NOTA: Para el diseño realizamos una relación $W = 2B$ que serán comprobados en los pasos posteriores.

Para el diseño del canal desarenador se tomó las fórmulas de Sviastoslav Croching.

Para este diseño nos imponemos el ancho de la garganta de la canaleta Parshall $W = 0.31$ pie = 0.095 m, se asumirá un ancho del canal $B = 0.1524$ m.

Por lo tanto el ancho del canal $B = 0.1524$ m.

El nivel máximo del agua en el canal desarenador representado por ($d_{m\acute{a}x}$) será calculado mediante la expresión:

$$Q_{m\acute{a}x} = V * A$$

$$A = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{V}$$

$$\text{pero : } A = B * d_{m\acute{a}x}$$

$$d_{m\acute{a}x} = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{V * B}$$

$$d_{m\acute{a}x} = \frac{(0,00432m^3 / s)}{(0,3m / s) * (0,1524m)}$$

$$d_{m\acute{a}x} = 0,095m$$

El nivel mınimo de agua en el canal desarenador representado por ($d_{m\acute{ı}n}$) serı calculado utilizando el caudal mınimo:

$$d_{m\acute{ı}n} = \frac{Q_{m\acute{ı}n}}{V * B}$$

$$d_{m\acute{ı}n} = \frac{(0,00036m^3 / s)}{(0,3m / s) * (0,1524m)}$$

$$d_{m\acute{ı}n} = 0,008m$$

Consecuentemente con los valores obtenidos para $d_{m\acute{a}x}$ y $d_{m\acute{ı}n}$ en el desarenador, las paredes verticales de este tendrın una altura de 30 cm. dejando 20 cm. de borde libre a partir del nivel mımimo calculado en el desarenador.

Cıculo de la longitud (L) de los canales desarenadores

Datos basicos:

Diımetro mımimo de las partıculas a sedimentar = 0,20 mm

La velocidad de sedimentación correspondiente a un diámetro de 0,20 mm es = 22,80 mm/s

Por lo tanto la longitud de los canales desarenadores viene dada por la expresión:

$$L = \frac{(\text{Velocidad.de.reja.lim.pia}) * (d_{\text{máx}})}{\text{Velocidad.de.sedimentación}}$$

Según: Sviastoslav Croching

$$L = \frac{(0,30m/s) * (0,095m)}{0,0228m/s}$$

$$L = 1,25m$$

Cálculo de volumen de arena depositada en el canal desarenador

Se estima que el volumen retenido de arena será de 30 litros por cada 1.000 m³ de agua, o sea:

$$\text{Volumen.de.arena} = \frac{(0,03) * (373,25m^3 / \text{dia})}{1.000}$$

$$\text{Volumen.de.arena} = 0,011m^3 / \text{día}$$

Previendo su retiro o limpieza cada 5 días se determina la altura que se profundizará el fondo de las cajas para el almacenamiento de la arena:

$$5Vol = B * L * h$$

$$h = \frac{5Vol}{B * L}$$

$$h = \frac{5 * (0,011m^3)}{(0,1524m) * (1,25m)}$$

$$h = 0,29m$$

Para los sólidos retirados de la rejilla se construirá una plataforma de secado o bandeja de escurrimiento. Está consistirá en una placa perforada para que los objetos extraídos se puedan almacenar temporalmente para su drenaje.

Las dimensiones de esta bandeja debido a que se ubicará sobre el canal desarenador tendrán el mismo ancho que este canal es decir 0,1524 m y de largo tendrá una longitud de 0,30 m.

El área útil de la plataforma de secado será de

$$A_p = (0,60m) * (0,1524m)$$

$$A_p = 0,09m^2$$

A la misma se le serán perforados 30 agujeros menores de 1,25 cm. de diámetro espaciados cada 3 cm. para el drenaje del agua remanente en los sólidos retirados.

Diseño de la trampa de sólidos gruesos (Rejilla)

Consiste en interponer una malla, usualmente de barras de hierro planas en el canal de entrada de las aguas residuales crudas. Estas mallas generalmente se colocan con las varillas inclinadas con un ángulo de 30° a 60° en la dirección del flujo, con una separación de 2 a 3 cm. de claro libre entre barras.

Los datos básicos para el diseño de la rejilla son los siguientes:

Espesor de las barras en cm. $t = \frac{1}{4}'' = 0.635 \text{ cm}$.

Ancho de las barras en cm. $b = 1.25 \text{ cm}$.

Separación entre barras $a = 1.25 \text{ cm}$.

Angulo de inclinación de las barras = $\alpha = 60^\circ$

Velocidad de entrada: $V_{RL} = 0.30 \text{ m/s}$ (Reja limpia)

Velocidad de entrada: $V_{RS} = 0.60 \text{ m/s}$ (Reja semi obstruida)

Para la velocidad de entrada el área libre entre las barras (A_L) será:

$$A_L = \frac{Q_{md}}{V_{RL}} = \frac{(0.0012 \text{ m}^3 / \text{s})}{0.3 \text{ m/s}}$$

$$A_L = 0.004 \text{ m}^2$$

Cálculo del área de la sección transversal de flujo (A_f) aguas arriba de la reja

$$A_f = A_L * [(a + t) / a]$$

Dónde: A_f = área de flujo

a = Separación entre barras

t = Espesor de las barras

$$A_f = 0.004m^2 * [(0.0125 + 0.00635) / 0.0125]$$

$$A_f = 0.006m^2$$

Como el ancho del canal desarenador = 0.1524 m entonces el ancho de la rejilla debe ser el mismo.

Por lo tanto ancho de la rejilla = 0.1524 m.

Longitud sumergida de la reja (L_s) será:

$$L_s = \frac{d_{\text{máx}}}{\text{Sen}60^\circ} = \frac{0.095m}{\text{Sen}60^\circ}$$

$$L_s = 0.11m$$

Sí N° = Número de barras que conforman la reja, entonces:

$$(N^\circ + 1) * a + N^\circ(t) = B$$

$$N^\circ = \frac{(B - a)}{(a + t)} = \frac{15.24cm - 1,25cm}{1,25cm + 0,635}$$

$$N^\circ = 7.barras$$

Pendiente de la plantilla del canal (S):

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * \left(R^{\frac{2}{3}}\right) * \left(S^{\frac{1}{2}}\right)$$

Para el cálculo del radio hidráulico (R) se tiene:

$$R = \frac{(B) * (d_{m\acute{a}x})}{(B + 2d_{m\acute{a}x})} = \frac{(15.24cm) * (9.5cm)}{15.24cm + 2 * 9.5cm}$$

$$R = 4.23cm$$

$$S = \left(\frac{0,013 * V}{R^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{0,013 * (0,3m / s)}{(0,0423m)^{2/3}} \right)^2$$

$$S = 0.104\%$$

Como se puede observar la pendiente en el canal desarenador es muy pequeña, es decir casi plano.

2.1.2.3 Diseño de la canaleta Parshall

Para el diseño de la canaleta parshall utilizaremos la Hidráulica de Shown

Datos básicos:

Caudal: $Q = 0.153 \text{ pie}^3/\text{s}$

Ancho de la garganta: $W = 0.31 \text{ pie}$

Condiciones hidráulicas de entrada

- a) El nivel de agua en la garganta de la canaleta (H_a) se calcula con la fórmula:

$$Q_{m\acute{a}x} = 4 * W * Ha^{1.522W^{0.026}}$$

$$0.153 \frac{pie^3}{s} = 4 * (0.31 pie) * Ha^{1.522 * 0.31^{0.026}}$$

$$0.153 \frac{pie^3}{s} = 4 * (0.31 pie) * Ha^{1.468}$$

$$Ha = 0.24 pies = 0.07m$$

Uno de los requisitos en el diseño de la canaleta Parshall establece que la relación de Ha/W esté entre 0,40 y 0,80 y en este caso esta relación es: $0.24/0.31 = 0,77$; por lo tanto cumple dicha condición.

b) Ancho de la canaleta en la sección de medida:

$$D' = 2 * (D - W) / (3 + W)$$

$$D' = \frac{2 * (0.1524m - 0.095m)}{(3 + 0.095m)}$$

$$D' = 0.04m$$

c) velocidad en la sección D':

$$V_o = \frac{Q}{(D' * h_o)} = \frac{0.00432}{(0.04m) * (0.07m)}$$

$$V_o = 1.54m/s$$

d) Energía específica:

$$E = \left(\frac{V_o^2}{2g} \right) + h_o + N$$

$$E = \left(\frac{1.54^2}{2 * 9.81} \right) + 0.07 + 0.09$$

$$E = 0.29$$

Condiciones en la garganta

a) Velocidad antes del resalto:

$$V_1^3 - 2 * g * V_1 * E_o = -2 * \frac{Q * g}{W}$$

$$V_1^3 - 5.69 * V_1 = -0.897$$

$$V_1 = 2,301m/s$$

b) Altura antes del salto hidráulico:

$$h_1 = \frac{Q}{(V_1 * W)}$$

$$h_1 = \frac{0.00432}{(2.301) * 0.095}$$

$$h_1 = 0.020m$$

c) Número de Froude:

$$N_f = \frac{V_1}{(g * h_1)^{0.5}} = \frac{2.301}{(9.81 * 0.020)^{0.5}}$$

$$N_f = 5.21$$

Según requisito de diseño de canaleta Parshall el número de Froude debe estar comprendido entre los rangos 1,7 – 2,5 ó 4,5 – 9,0; lo cual se cumple.

Condiciones de salida

a) Altura después del resalto:

$$h_2 = \left(\frac{h_1}{2}\right) * \left[\left(1 + 8 * N_f^2\right)^{0,5} - 1 \right]$$

$$h_2 = \left(\frac{0.020}{2}\right) * \left[\left(1 + 8 * (5.21)^2\right)^{0,5} - 1 \right]$$

$$h_2 = 0.1369m$$

b) Sumergencia:

$$S = \frac{(h_2 - N)}{h_o} = \frac{0.1369 - 0.09}{0.0731}$$

$$S = 0.641$$

Otro de los requisitos en el diseño de la canaleta Parshall establece que la relación de máxima Sumergencia S no debe exceder de 0,7 y en este caso esta relación es de: $S = 0,641 < 0,7$ por lo tanto se cumple esta condición.

c) Pérdida de carga:

$$h_f = H_o + N - h_2$$

$$h_f = 0.0731 + 0.09 - 0.1369$$

$$h_f = 0,026m$$

Los valores de N, D, W, son las dimensiones de la canaleta Parshall.

Como se ha podido controlar, se cumple todos los requisitos de diseño hidráulico para la canaleta Parshall que se ha propuesto.

2.1.2.4 Tanque de Homogeneización.

Para el caso del tanque de homogeneización previo a los tanques de sedimentación primaria, DAF y reactor anaerobio de flujo ascendente, se ha determinado que trabajará con cuatro cargas por cada jornada de trabajo, esto quiere decir que para un caudal de producción de la planta de (1.2 lts/seg) 103.68 metros cúbicos por día, el tanque homogeneizador trabajará con cuatro cargas de 25 metros cúbicos, por lo cual, aplicando relaciones recomendadas, obtenemos las siguientes dimensiones:

Tabla 45: Dimensionamiento del tanque de homogeneización

| PARAMETROS | SÍMBOLO | UNIDAD | MEDIDA |
|------------|---------|--------|--------|
| Ancho | a | m | 3,2 |
| Alto | b | m | 1.9 |
| Longitud | c | m | 4,2 |

Fuente: Análisis del autor

Y podemos confirmar el volumen contenido con el uso de la expresión:

$$\text{Volumen} = a * b * c$$

$$\text{Volumen} = 3.2 * 1.9 * 4.2$$

$$\text{Volumen} = 25.54 \text{ m}^3$$

El tanque tendrá una pequeña pendiente tipo rampa en su parte inferior, con el objetivo de recoger una muy pequeña cantidad de sólidos sedimentables, los cuales, de no haber sido extraídos mediante el paso del flujo a través del primer tanque desarenador que le

ha precedido, nuevamente se le proporciona una rampa desarenadora de 5 grados de pendiente.

2.1.3 FASE II.- TRATAMIENTO PRIMARIO

2.1.3.1 Tanque de sedimentación primaria

Velocidad de arrastre.- Para evitar la re-suspensión de las partículas sedimentables, las velocidades horizontales a lo largo del tanque deben mantenerse lo suficientemente bajas.

Cálculo de la velocidad crítica horizontal.-

$$V_A = \left[\frac{8k * (s - 1) * g * d}{f} \right]^{0.5}$$

Los valores usuales de k son: 0,04 para arenas uni-granulares y 0,06 para partículas más aglomeradas. El factor de fricción depende de las características de la superficie sobre la que tiene lugar el flujo y el número de Reynolds. Los valores usuales de f van desde 0,02 hasta 0,03. En la ecuación anterior se puede usar tanto en unidades del sistema inglés como unidades del sistema internacional, siempre y cuando se haga en forma consistente ya que k y f son adicionales.

Tabla 46: Recomendaciones para Dimensionamiento del tanque de sedimentación

| Información usual para diseño de sedimentadores rectangulares y circulares empleados para el tratamiento primario y secundario de aguas residuales | | | | | |
|--|---------|-----------|-------------|------------|-------------|
| Tabla 4.5 | | Primario | | Secundario | |
| Parámetro | Unidad | Intervalo | Valor Usual | Intervalo | Valor usual |
| Rectangular | | | | | |
| Profundidad | pie | 10 a 16 | 14 | 10 a 22 | 18 |
| Longitud | pie | 50 a 300 | 80 a 130 | 50 a 300 | 80 a 130 |
| Ancho | pie | 10 a 80 | 16 a 32 | 10 a 80 | |
| Velocidad del barredor | pie/mln | 2 a 4 | 3 | 2 a 4 | 3 |

| Información para diseño de sedimentador primario seguido por tratamiento secundario | | | |
|---|-------------------------|---------------|-------------|
| Tabla 4.6 | | Valor | |
| Parámetro | Unidad | Intervalo | Valor Usual |
| Tiempo de retención | h | 1.5 a 2.5 | 2 |
| Carga superficial | | | |
| Para caudal medio | gal/pie ² *d | 740 a 1230 | 1000 |
| Para caudal máximo | gal/pie ² *d | 2000 a 3000 | 2200 |
| Para caudal vertedero | gal/pie ² *d | 10000 a 40000 | 15000 |
| Velocidad de arrastre para evitar la re suspensión de las partículas sedimentadas, las velocidades horizontales a lo largo del tanque deben mantenerse lo suficientemente bajas | | | |

| | | | |
|--|--------------------|------|-----------------------------|
| Varrastre=(8*k(Gravedad especif.particulas-1)gravedad*diam.particulas/factor fricción darcy weishbash)^0.5 | | | |
| k= | Área unigranular | 0.04 | F(factor de fricción darcy) |
| | partícula aglomera | 0.06 | |

Fuente: Información usual para diseño de sedimentadores rectangulares y circulares empleados para el tratamiento primario y secundario de aguas residuales

Remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Sedimentables Totales (SST).- Información habitual a cerca de la eficiencia en la remoción de DBO y SST en tanques de sedimentación primaria, como función de la concentración afluente y el tiempo de retención usando la siguiente expresión:

$$R = \frac{t}{(a + b * t)}$$

R = Remoción esperada

t = Tiempo nominal de retención en horas

a, h y b son constantes empíricas.

Tabla 47: Constantes para el cálculo de remoción en un tanque de sedimentación primaria

| Variable | a,h | b |
|----------|--------|--------|
| DBO | 0,0180 | 0,0200 |
| SST | 0,0075 | 0,0140 |

Fuente: Información usual para diseño de sedimentadores rectangulares y circulares empleados para el tratamiento primario y secundario de aguas residuales (análisis autor)

Diseño del tanque de Sedimentación Primaria

Datos básicos:

Caudal Medio Diario $Q_{md} = 1.20 \text{ lts/seg} = 103.68 \text{ m}^3/\text{día}$

Caudal Máximo Diario $Q_{m\acute{a}x} = 4.32 \text{ lts/seg} = 373.25 \text{ m}^3/\text{día}$

Tasa de valor superficial (TVS) = $1000 \text{ gal/pie}^2 \cdot \text{día} = 40.74 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$

Profundidad efectiva del agua = $3.05 \text{ m} = 10 \text{ pies}$

Ver tabla 34 y 46

Dimensionamiento:

- a) Cálculo del área superficial para una relación largo – ancho de 4-1

$$A = \frac{Q_{md}}{TVS} = \frac{103.68}{40.74}$$

$$A = 2.54 \text{ m}^2$$

$$4 * a^2 = 2.54 \text{ m}^2$$

$$a = 0.80 \text{ m}$$

De donde: el ancho es de 0.80 m y el largo es de 3.20 m; sin embargo por conveniencia, las dimensiones del área superficial se redondean a $1.00 \text{ m} * 3.20 \text{ m}$.

- b) Cálculo del tiempo de retención y carga superficial para caudal medio, a una profundidad de = 3.00 m, como profundidad efectiva del agua.

Volumen del tanque = $(3 * 3.2 * 1) = 9.60 \text{ m}^3$

$$C \text{ arg a. sup erficial} = \frac{Q_{med}}{A} = \frac{103.68}{3.20}$$

$$C \text{ arg a. sup erficial} = 32.40 m^3 / m^2 * \text{ día}$$

$$T \text{ iemp.de.retención} = \frac{Vol}{Q_{med}} = \frac{9.60}{103.68} \times 24$$

$$T \text{ iempo.de.retención} = 2.22 \text{ horas}$$

c) Cálculo del tiempo de retención y la carga superficial para caudal máximo

$$C \text{ arg a. sup erficial} = \frac{Q_{máx}}{A} = \frac{373.25}{3.20}$$

$$C \text{ arg a. sup erficial} = 116.64 m^3 / m^2 * \text{ día}$$

$$T \text{ iemp.de.retención} = \frac{Vol}{Q_{máx}} = \frac{9.60}{373.25} \times 24$$

$$T \text{ iempo.de.retención} = 0.62 \text{ horas}$$

d) Cálculo de la velocidad de arrastre

$$V_A = \left[\frac{8k * (s-1) * g * d}{f} \right]^{0.5}$$

$$V_A = \left[\frac{8(0,05) * (1,25 - 1) * 9,81 * 0,003}{0,025} \right]^{0.5}$$

$$V_A = 0,34 m / s$$

Tabla 48: Constantes para el cálculo de la velocidad de arrastre en un tanque de sedimentación primaria

| | |
|--|-----------------------|
| Constante de Cohesión k= | 0.05 |
| Gravedad específica (s)= | 1.25 |
| Aceleración de la gravedad (g)= | 9.81 m/s ² |
| Diámetro de partículas (φ)= | 0.003 mts |
| Factor de fricción de Darcy-Weishbach (f)= | 0.025 |

Fuente: Análisis autor

Comparando la velocidad de arrastre calculada con la velocidad horizontal bajo condiciones de caudal máximo.

La velocidad horizontal a través del sedimentador para caudal máximo es igual al caudal máximo entre el área de la sección de flujo.

$$V_H = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{A} = \frac{373.25}{3 * 1}$$

$$V_H = 124.42m / d\acute{a}a$$

$$V_H = 0,001m / s$$

El valor de la velocidad horizontal, incluso bajo condiciones de caudal máximo, es sustancialmente menor que la velocidad de arrastre.

- a) Cálculo de las tasas de remoción de DBO y SST a caudales medio y máximo utilizando la siguiente ecuación:

$$R = \frac{t}{(a + b * t)}$$

R = Remoción esperada

t = Tiempo nominal de retención en horas

a, h y b son constantes empíricas.

Ver tabla 47

1) Para caudal medio:

$$\text{Remoción.de.DBO} = \frac{t}{(a + b * t)} = \frac{2.22}{0.018 + (0.020 * 2.22)} = 35.57\%$$

$$\text{Remoción.de.SST} = \frac{t}{(a + b * t)} = \frac{2.22}{0.0075 + (0.014 * 2.22)} = 57.54\%$$

2) Para caudal máximo:

$$\text{Remoción.de.DBO} = \frac{t}{(a + b * t)} = \frac{0.62}{0.018 + (0.020 * 0.62)} = 20.39\%$$

$$\text{Remoción.de.SST} = \frac{t}{(a + b * t)} = \frac{0.62}{0.0075 + (0.014 * 0.62)} = 38.32\%$$

Los tanques de sedimentación primaria son capaces de remover entre un 30 a un 60% de los sólidos totales en suspensión (SST) y de reducir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) entre 25 a 35%, el tanque sedimentador diseñado estará removiendo un 57.54% de SST y un 35,57% de DBO.

2.1.4 FASE III.- TRATAMIENTO SECUNDARIO

2.1.4.1 Cálculo del Floculador mediante Flotación de Aire Disuelto (DAF)

Para el caso del dispositivo DAF, tenemos, por otro lado que regirnos por las ecuaciones basadas en la ley de Henry, en las que se calcula el caudal de recirculación, y mediante ello, el área superficial que debiera tener el dispositivo como tal.

Para el dimensionamiento del dispositivo se recurre a la ecuación:

$$\frac{A}{S} = \frac{C * d * Q_r * [f * (P_t - P_v) - (P_l - P_v)]}{S_o * Q * (760 - P_v)}$$

Para todo ello se requiere del conocimiento de algunos parámetros importantes, entre los cuales se encuentra:

Tabla 49: Especificaciones para el diseño del Floclador

| PARÁMETRO | SÍMBOLO | UNIDADES | MEDIDA |
|---------------------------------------|----------------|----------|--------|
| Relación Aire / sólidos | A/S | - | 0.05 |
| Solubilidad del Aire | C | ml/l | 20.60 |
| Densidad del Aire | d | mg/l | 1.226 |
| Caudal de Recirculación | Q _r | l/s | 2.51 |
| Fracción de saturación | f | g/l | 0.60 |
| Presión Absoluta | P _t | mm Hg | 1500 |
| Presión de Vapor de agua | P _v | mm Hg | 12.60 |
| Concentración de Sólidos del Afluente | S _o | mg/l | 205 |
| Caudal de lodos | Q | l/s | 1.20 |
| Presión barométrica | P _l | mm Hg | 760 |

Fuente: Análisis del autor

Mediante la cual se ha calculado el caudal de recirculación, obteniendo:

$$Q_r = 2.51 \frac{l}{s}$$

Y un porcentaje de recirculación:

$$\% = \frac{Q_r}{Q} * 100 = 209,13\%$$

De la misma manera, estimando una carga superficial de $2.8 \frac{\text{Its}}{\text{m}^2 \text{ seg}}$, puede determinarse un área superficial requerida para la flotación de:

$$A = \frac{Q + Q_r}{\text{CargaSuperficial}}$$

$$A = \frac{320.544 \text{ m}^3/\text{día}}{28 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{día}}$$

$$A = 11,448 \text{ m}^2$$

$$D = 3,82 \text{ m}$$

Cálculo del floculante diario

Para determinar la cantidad y el tipo de floculante se realizaron dos pruebas de jarras, la primera dio como resultado un valor de 0,5 gramos por litro de efluente. Una vez adquirido este dato se redujeron las dosis en una segunda prueba de jarras; dando como resultado óptimo un valor de 0,35 gramos por litro.

El DAF tendrá 4 cargas durante un día. De lo cual se tienen los siguientes cálculos de efluente:

$$\frac{0.35 \text{ g}}{\text{lt}} \times \frac{25,00 \text{ m}^3}{\text{día}} \times \frac{1\text{Kg}}{1000\text{g}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{\text{m}^3} \times 4 = 35 \text{ Kg}$$

Por lo que se puede colocar 35 Kg para el trabajo de un día en un tanque de 500 litros.

Con estos datos se puede determinar que por cada carga del DAF se requiere 8,75 Kg de Sulfato de Aluminio.

El caudal de la bomba dosificadora deberá ser de 135 gal/día. El caudal en el cual hay que fijar la solución es 1,20 lts/seg que impulsa la bomba de aire. La bomba no debe manejar una presión muy alta, ya que trabajará a presión atmosférica.

La forma de colocación de cada una de las etapas será la siguiente:

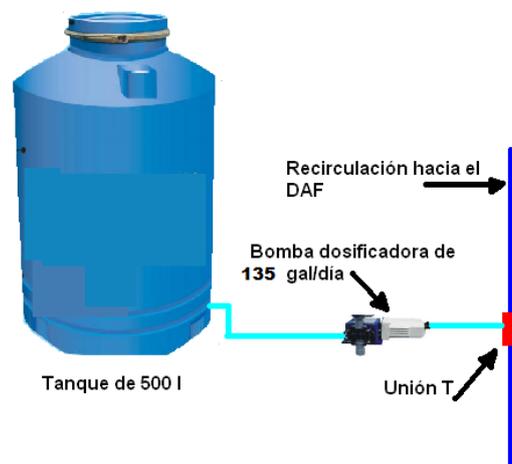


Imagen. Forma de colocar el tanque de coagulante

Fuente: Análisis del autor

Dimensiones del DAF

En la siguiente tabla se resume las dimensiones del DAF:

Tabla 50: Especificaciones del DAF

| PARÁMETRO | UNIDADES | MEDIDA |
|-----------------------------|----------|--------|
| Diámetro | m | 3,8 |
| Altura | m | 2,2 |
| Caudal de Entrada | l/s | 1,20 |
| Caudal de Recirculación | l/s | 2,51 |
| Porcentaje de Recirculación | % | 209 |

Fuente: Análisis del autor

2.1.5 FASE IV.- TRATAMIENTO TERCIARIO

2.1.5.1 Cálculo del Digestor Anaeróbico de Flujo Ascendente en Manto de Lodos (UASB)

Para el dimensionamiento del reactor UASB se parte del caudal de diseño que en este caso es el caudal medio de 1.20 lts/seg.

Caudal Medio Diario Qmd = 1.20 lts/seg = 103.68 m³/día

a. Digestor.

$$Q_{md} = 1.20 \text{ lts/seg} = 103.68 \text{ m}^3/\text{día} = 1.20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Velocidad ascensional máxima} = V_{\text{asc.máx.}} = 1.0 \frac{m}{h}$$

$$V_{\text{asc.máx.}} = 0.000277 \frac{m}{s} \quad (\text{Sugerido Meer y Vletter})$$

$$\text{Se adopta} \Rightarrow V_{\text{asc.adopt.}} = 0.8 \frac{m}{h}$$

$$V_{\text{asc.adopt.}} = 0.000222 \frac{m}{s}$$

$$\text{Área de tanque} \Rightarrow A = \frac{Q}{V_{asc.adopt.}} = \frac{1.20 * 10^{-3} m^3 s}{0.222 * 10^{-3} ms} = 5.40 m^2$$

Se considera como un tanque de sección cuadrada:

$$A = L^2$$

$$L = \sqrt{A}$$

$$L = \sqrt{5.40 m^2}$$

$$L = 2.32 m$$

Para temperatura de agua entre 13°C a 20°C.: tiempo de detención = Td = 5 h

(asumido) \Rightarrow sugerido Lettinga y colaboradores.

$$V = Q * Td$$

$$V = \left(\frac{103.68 m^3}{día} \right) \left(\frac{5h}{1día} \right) \left(\frac{1día}{24h} \right) = 21.60 m^3$$

$$\text{Altura de lodo} = H_L$$

$$H_L = \frac{V}{A} = \frac{21.60 m^3}{5.40 m^2} = 4.00 m \quad (\text{OK.})$$

La altura de lodos según Meer y Vletter es de 2.6 a 4.9 m.

Resumen:

$$L = 2.32 m$$

$$A = 5.40 m^2$$

$$H_L = 4.00 m$$

Comprobación:

$$V_{asc.exp.} = \frac{Q}{A} = \frac{1.20 \cdot 10^{-3} m^3}{5.40 m^2 s} = 0.000222 \frac{m}{s} = 0.8 \frac{m}{h}$$

$$0.8 \frac{m}{h} < 1.0 \frac{m}{h} \quad (\text{OK.})$$

$$H_L = \frac{V}{A} = \frac{21.60 m^3}{5.40 m^2} = 4.00 m \quad (\text{OK.})$$

a. **Decantador Interno.**

Tiempo de detención = td = 2h.

Tasa de escurrimiento superficial (Tr) menores a 20 – 30 m³ / m² * día. (Sugerido Lettinga y colaboradores).

$$\mathbf{Tr}_{adopt.} = 20 \frac{m^3}{m^2 \text{ día}}$$

Área del decantador = a

$$a = \frac{Q}{Tr} = \frac{103.68 m^3 m^2 \text{ día}}{20 m^3 \text{ día}} = 5.18 m^2$$

Como el área del digester es 5.40 m², adoptamos para el decantador la misma área por facilidades constructivas, por lo tanto L=2.32m.

Altura del decantador = H_D

$$H_D = \frac{Q * td}{a} = \left(\frac{103.68 m^3}{\text{día}} \right) \left(\frac{2h}{5.40 m^2} \right) \left(\frac{1 \text{ día}}{24h} \right) = 1.60 m$$

$$\mathbf{H_D = 1.60m}$$

Dimensiones finales del reactor:

$$L = 2.32 \text{ m.}$$

$$H_T = H_L + H_D = 4.0 \text{ m.} + 1.60 \text{ m.} = 5.60 \text{ m.}$$

$$V_T = 5.40 \text{ m}^2 * 5.60 \text{ m.} = 30.24 \text{ m}^3.$$

Carga orgánica volumétrica = Co

DQO = 596.50 mg. / lt \Rightarrow tomado de la tabla 2.1 (promedio)

$$C_o = \frac{DQO * Q}{V_T} = \left(\frac{596.50 \text{ mg.}}{l} \right) \left(\frac{1.20 \text{ lts}}{30.24 \text{ m}^3 \text{ s}} \right) \left(\frac{1 \text{ Kg.}}{1000000 \text{ mg.}} \right) \left(\frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}} \right)$$

$$C_o = 2.045 \text{ Kg.DQO} / \text{m}^3 * \text{ día.}$$

Carga Hidráulica = C_H

$$C_H = \frac{Q}{V} = \left(\frac{1.20 \text{ lts}}{30.24 \text{ m}^3 \text{ s}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ lts}} \right) \left(\frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}} \right) = 3.429 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3 * \text{ día}}$$

Producción de biogás = P_B

La producción de metano para aguas residuales es de 200 lts biogás / Kg.DQO aplicada.

$$P_B = \left(\frac{1.20 \text{ lts}}{s} \right) \left(\frac{596.50 \text{ mg.}}{l} \right) \left(\frac{200 \text{ lts}}{\text{Kg.}} \right) \left(\frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}} \right) \left(\frac{1 \text{ Kg.}}{1000000 \text{ mg.}} \right)$$

$$P_B = 12369 \text{ lts} / \text{ día.}$$

Número de difusores = Na

$$1 \text{ Und.} / \text{m}^2$$

$$Na = \frac{A}{1\text{Unid.}/m^2} = \frac{5.40m^2}{1\text{Unid.}/m^2} = 5.40 \cong 5\text{difusores}$$

b. Comprobaciones.

Período de detención en reactor = Tdr

$$Tdr = \frac{V_T}{Q} = \frac{30.24m^3s}{1.20*10^{-3}m^3} \frac{1h}{3600s} = 7h \quad (\text{OK.})$$

Carga orgánica volumétrica = Co

$$Co = 2.045 \text{ Kg.DQO} / m^3 * \text{ día.} \quad (\text{OK.})$$

Según Lettinga y colaboradores Co_{máx.} entre 1 a 2.2 Kg.DQO / m³ * día.

Velocidad ascensional digestor.

$$Vasc.exp. = 0.8 \text{ m} / \text{ h} \quad (\text{OK.})$$

0.8 m / h < 1.0 m / h (sugerido Meer y Vletter)

Carga Hidráulica = C_H

$$C_H = 3.429 \text{ m}^3 / m^3 * \text{ día.} \quad (\text{OK.})$$

Según Lettinga y colaboradores C_H entre 0.6 a 3.8 m³ / m³ * día.

Velocidad ascensional en el sedimentador.

$$A_0 = A_D$$

$$A_0 = 5.40 \text{ m}^2$$

$$V_{asc.exp.sed.} = \frac{Q}{A_0} = \frac{1.20 \cdot 10^{-3} m^3}{5.40 m^2 s} = 0.8 \frac{m}{h} \quad (\mathbf{OK.})$$

< 0.8 – 1.2 $\frac{m}{h}$ según Lettinga y colaboradores.

2.2 Resultados de las muestras MINICONS (resultados)

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS



Informe de resultados

Quito, 22 de Agosto de 2017

Empresa

Solicitado por: Christian Quinga. Origen: Agua residual de maqueta de PTAR
 Dirección: Pelileo Tipo de muestra: Simple
 Fecha de recolección: 7 de agosto de 2017 Tipo de envase: Plástico
 Responsable de toma de muestra: Cristian Quinga Llego refrigerada: Si
 Se utilizó preservante: No

Laboratorio

Muestra 1

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|
| pH | | 6,18 | 3,77 |
| Turbidez | (NTU) | 82,11 | 24,60 |
| Solidos suspendidos totales | (mg/l) | 23,13 | 22,02 |
| DQO | mg/l | 818 | 106 |
| DBO ₅ | mg/l | 286,3 | 37,1 |

Muestra 2

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------|--------|-----------|----------|
| pH | | 5,95 | 3,77 |

Minicons Compañía Limitada RUC: 1715542401001
 Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-253, edificio de Administración Central, PB
 Teléfono: 02 2278100
 e-mail: renato.sanchez@minicons.org
 www.minicons.org

Página | 1

Minicons Compañía Limitada RUC: 1715542401001
 Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-253, edificio de Administración Central, PB
 Teléfono: 02 2278100
 e-mail: renato.sanchez@minicons.org
 www.minicons.org

Página | 2

| | | | |
|-----------------------------|--------|-------|----|
| Solidos suspendidos totales | (mg/l) | 11,34 | 17 |
| DQO | mg/l | 251 | 0 |
| DBO ₅ | mg/l | 87,85 | 0 |

Muestra 5

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|
| pH | | 5,00 | 3,93 |
| Turbidez | (NTU) | 294 | 38,02 |
| Solidos suspendidos totales | (mg/l) | 16,52 | 11,56 |
| DQO | mg/l | 343 | 0 |
| DBO ₅ | mg/l | 120,05 | 0 |

| | | | |
|-----------------------------|--------|-------|----|
| DBO ₅ | mg/l | 87,85 | 0 |
| DQO | mg/l | 251 | 0 |
| Solidos suspendidos totales | (mg/l) | 11,34 | 17 |

Muestra 6

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|
| pH | | 6,24 | 4,95 |
| Turbidez | (NTU) | 112,11 | 14,55 |
| Sólidos suspendidos totales | (mg/l) | 35,18 | 12,02 |
| DQO | mg/l | 620 | 124 |
| DBO ₅ | mg/l | 302,62 | 58,23 |

Muestra 7

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|
| pH | | 5,89 | 5,23 |
| Turbidez | (NTU) | 275,84 | 34,92 |
| Sólidos suspendidos totales | (mg/l) | 62.36 | 18.02 |
| DQO | mg/l | 576 | 95.6 |
| DBO ₅ | mg/l | 255.2 | 47,17 |

Muestra 8

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|
| pH | | 4,99 | 4.11 |
| Turbidez | (NTU) | 295,04 | 18.56 |
| Sólidos suspendidos totales | (mg/l) | 45.46 | 15.03 |
| DQO | mg/l | 528 | 85.86 |
| DBO ₅ | mg/l | 228.12 | 38,74 |

Muestra 9

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|
| pH | | 5,72 | 5.54 |
| Turbidez | (NTU) | 179.48 | 11.89 |
| Sólidos suspendidos totales | (mg/l) | 89.66 | 22.87 |
| DQO | mg/l | 475 | 0 |
| DBO ₅ | mg/l | 207.08 | 0 |

Muestra 10

| Parámetro | Unidad | Ingreso 1 | Salida 1 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|
| pH | | 4.92 | 4.78 |
| Turbidez | (NTU) | 255.47 | 19.22 |
| Sólidos suspendidos totales | (mg/l) | 49.14 | 8.75 |
| DQO | mg/l | 444 | 20.03 |
| DBO ₅ | mg/l | 195.67 | 12.89 |

Realizado por: Ing. Renato Sánchez.

RESPONSABLE TÉCNICO

2.3 Imágenes del proyecto de investigación

Ilustración 3: Efluente de la lavandería y tintorería de Jeans



Ilustración 4: Recolección del agua residual industrial.

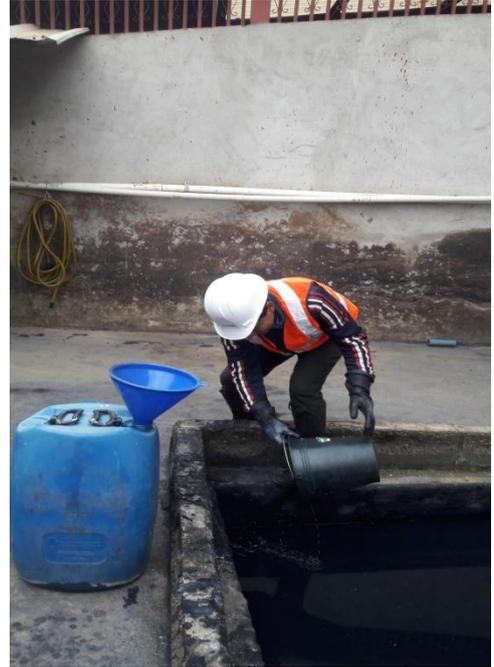


Ilustración 5: Llenado en el tanque de muestreo.



Ilustración 6: Recolección de agua residual.



Ilustración 7: Maqueta de la planta de tratamiento Tipo.



Ilustración 8: Sellamiento de cada uno de los tanques.



Ilustración 9: Visualización del tratamiento preliminar (Rejilla, desarenador y canal parshall).

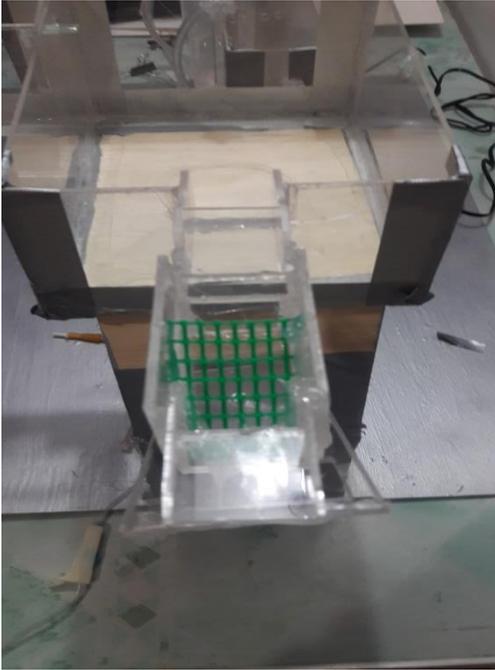


Ilustración 10: Tanque de homogeneización

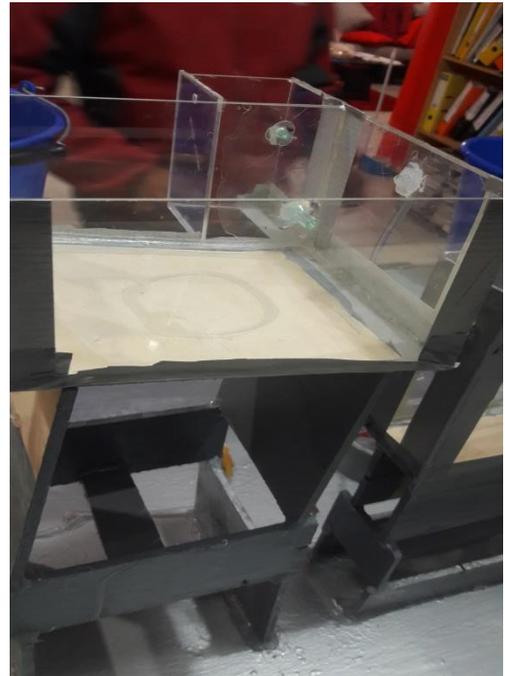


Ilustración 11: Tratamiento primario (Tanque de sedimentación primaria)

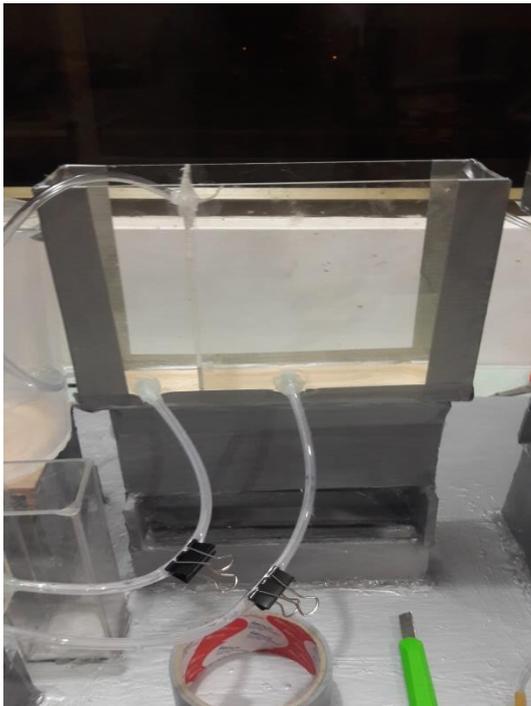


Ilustración 12: Tratamiento Secundario (DAF)



Ilustración 13: Tratamiento terciario (UASB)

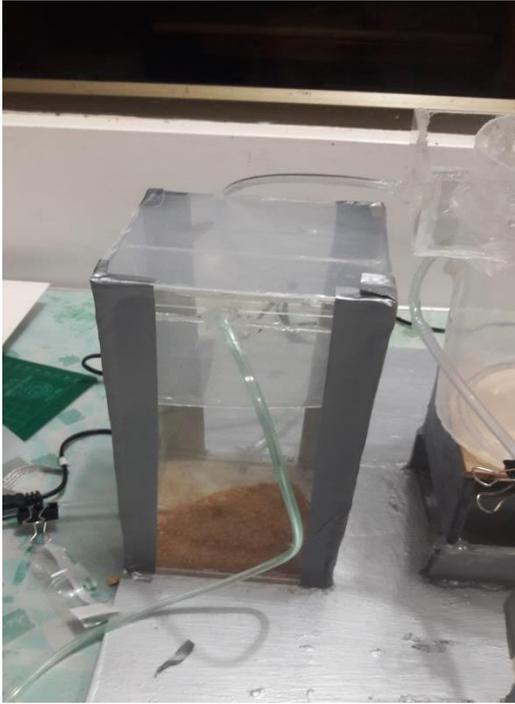


Ilustración 14: Abastecimiento de agua residual a la planta



Ilustración 15: Entrada del agua residual.



Ilustración 16: Sulfato de Aluminio



Ilustración 17: Dosificación del sulfato de aluminio para el Prototipo.



Ilustración 18: Llenado del tanque de homogeneización.

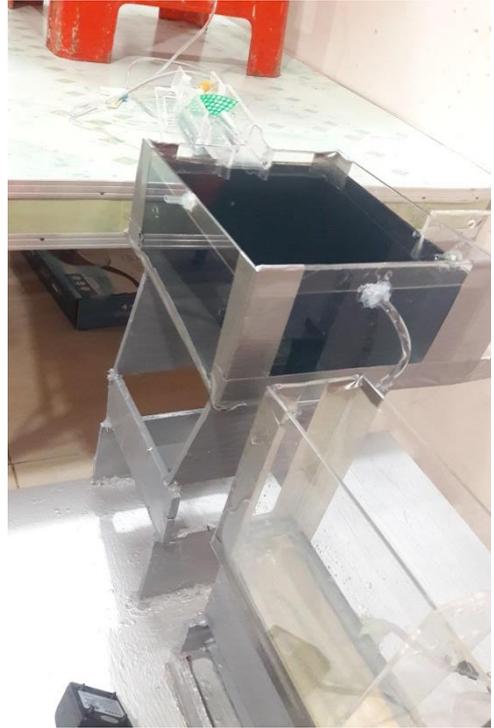


Ilustración 19: Llenado del tanque de sedimentación primaria.



Ilustración 20: LLenado del DAF



Ilustración 21: Aireación del DAF



Ilustración 22: Colocación del Sulfato de Aluminio



Ilustración 23: LLenado del UASB

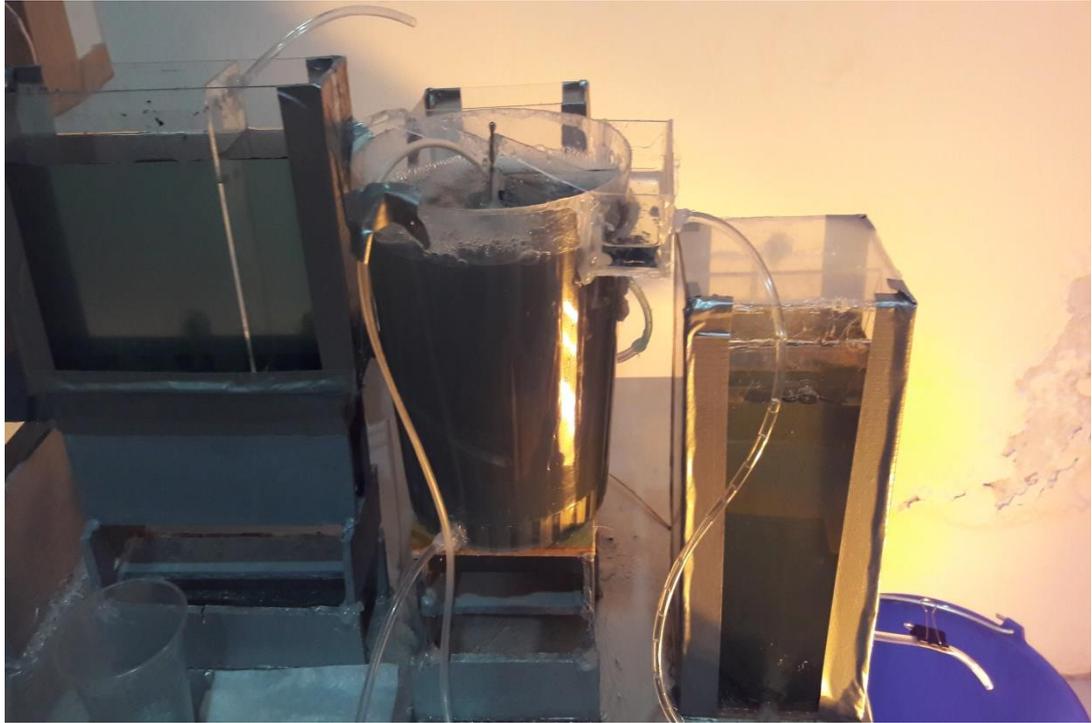


Ilustración 24: Recolección de la muestra.



Ilustración 25: Envase de recolección de muestra.



Ilustración 26: Muestra de efluente



Ilustración 27: Muestra de afluente y efluente.

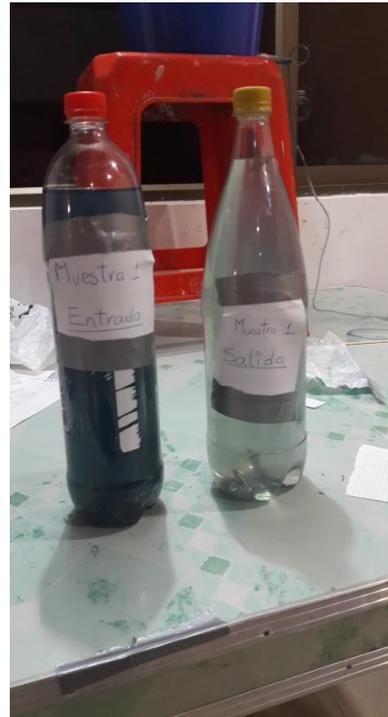


Ilustración 28: Muestra de afluente y efluente.

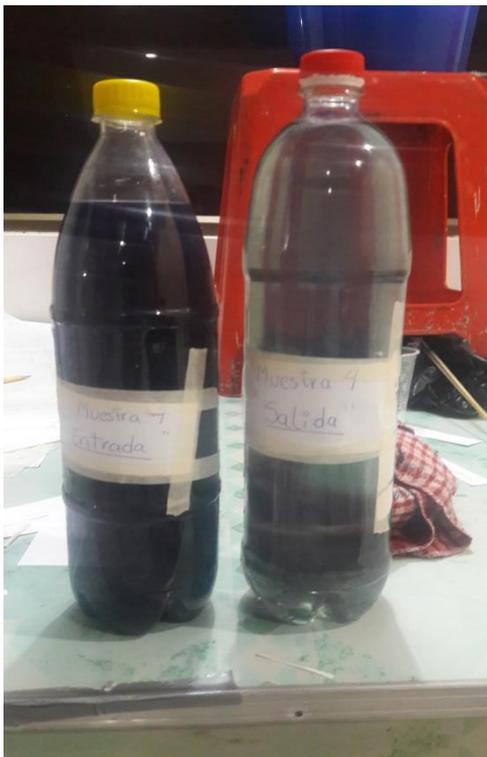


Ilustración 29: Muestra de afluente y efluente.



Ilustración 30: Muestra de afluente y efluente.

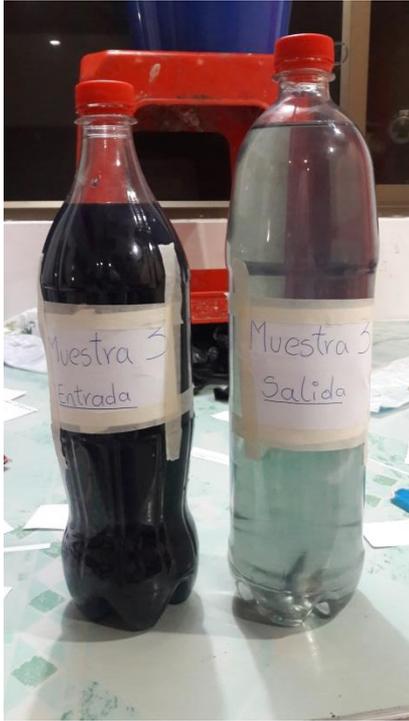


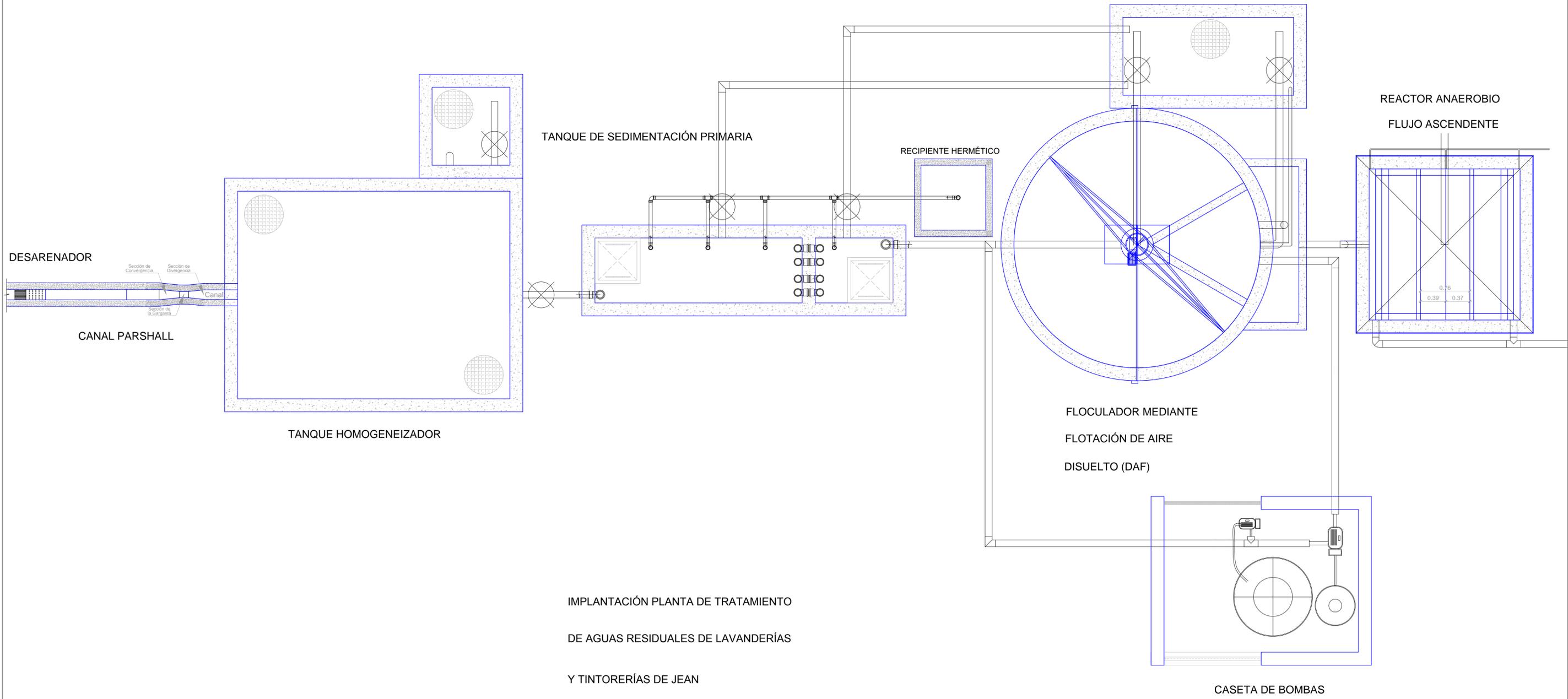
Ilustración 31: Refrigeración de las muestras.



Ilustración 32: Prototipo de la planta de tratamiento tipo al 100% de trabajabilidad.



2.4 Planos planta de tratamiento

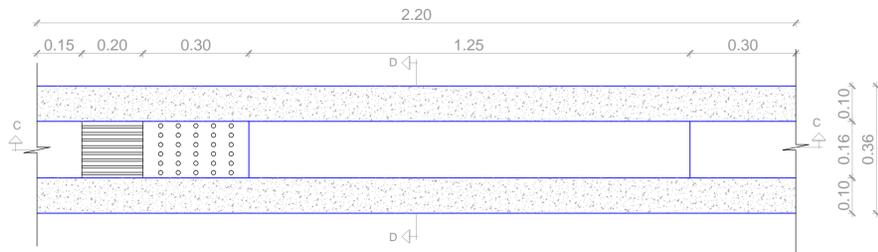


IMPLANTACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO
 DE AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERÍAS
 Y TINTORERÍAS DE JEAN

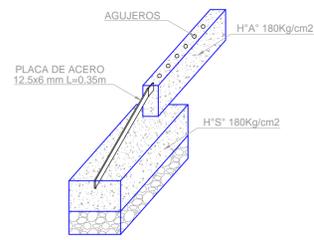
VISTA EN PLANTA
 ESCALA ___ 1 : 30

| | |
|---|---|
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | |
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | |
| <small>PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVANDORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO</small> | |
| <small>UBICACION:</small> <small>CANTÓN:</small> PELILEO <small>SECTOR:</small> VARIOS <small>CALLE:</small> | <small>FECHA:</small> JUNIO DEL 2.017 <small>ESCALA:</small> 1:30 <small>LÁMINA:</small> PLANTA DE TRATAMIENTO 1/4 <small>TUTOR:</small> |
| <small>CONTIENE:</small> - PLANTA DE TRATAMIENTO | <small>REALIZADO POR:</small> EGRESADO CHRISTIAN QUINGA M. |

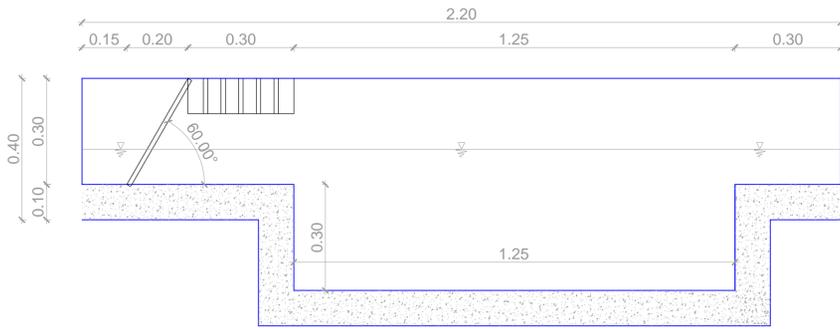
DESARENADOR



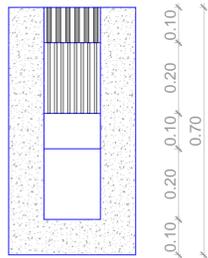
VISTA EN PLANTA
ESCALA ___ 1:10



DETALLE REJILLA
ESCALA ___ S/E

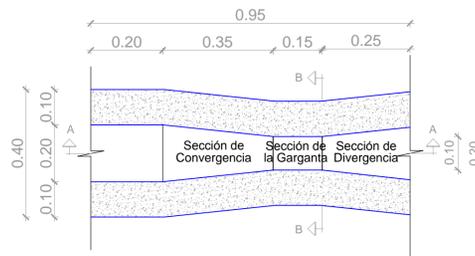


CORTE C - C
ESCALA ___ 1:10

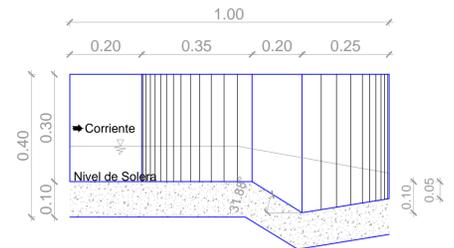


CORTE D - D
ESCALA ___ 1:10

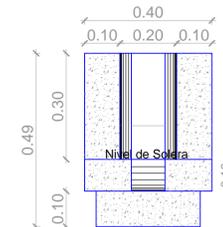
CANAL PARSHALL



VISTA EN PLANTA
ESCALA ___ 1:10



CORTE A - A
ESCALA ___ 1:10



CORTE B - B
ESCALA ___ 1:10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

REJILLA

Los datos básicos para el diseño de la rejilla son los siguientes:

Espesor de las barras en cm. $t = \frac{1}{4}'' = 0.635$ cm.

Ancho de las barras en cm. $b = 1.25$ cm.

Separación entre barras $a = 1.25$ cm.

Angulo de inclinación de las barras = $\alpha = 60^\circ$

PLACA DE SECADO

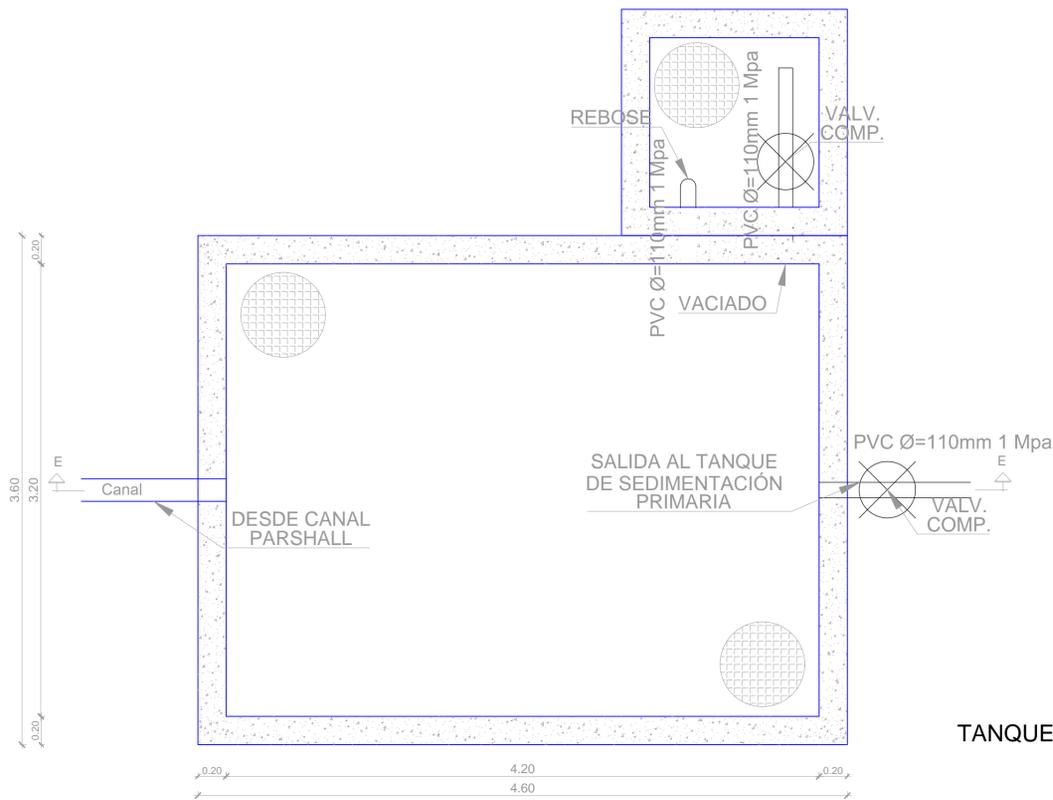
Características de la placa de secado:

Espesor de la placa en mm. $e = 5$ mm.

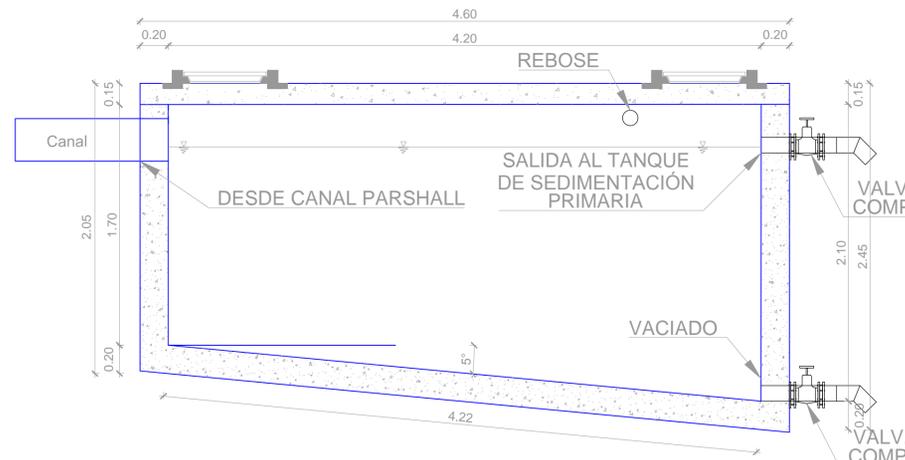
Número de agujeros. $N = 30$

Separación entre agujeros $a = 3$ cm.

Diámetro de los agujeros $D = < 1.25$ cm



VISTA EN PLANTA
ESCALA ___ 1:25



CORTE E - E
ESCALA ___ 1:25

TANQUE HOMOGENEIZADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO

UBICACION: CANTÓN: PELILEO SECTOR: VARIOS CALLE:

CONTIENE: - DESARENADOR - CANAL PARSHALL - TANQUE HOMOGENEIZADOR

FECHA: JUNIO DEL 2.017

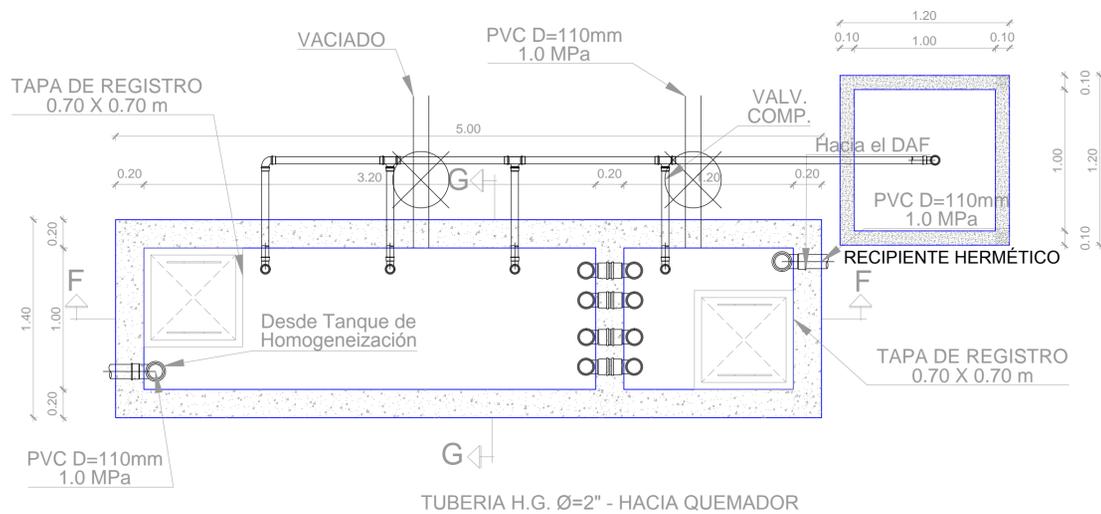
ESCALA: INDICADAS

LAMINA: PLANTA DE TRATAMIENTO 2/4

REALIZADO POR: TUTOR:

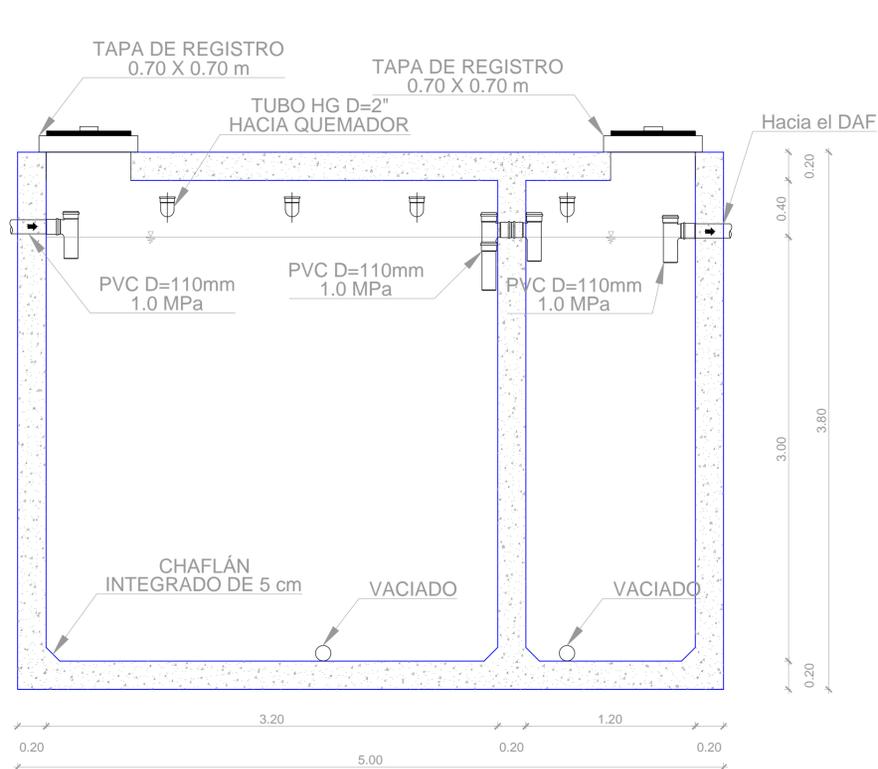
EGRESADO CHRISTIAN QUINGA M.

ING. MG. EDUARDO PAREDES

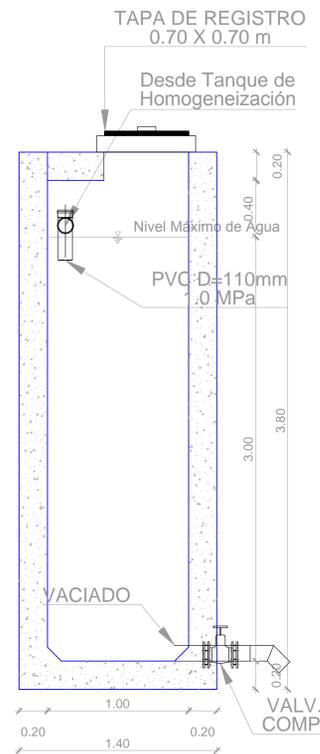


VISTA EN PLANTA
ESCALA 1 : 25

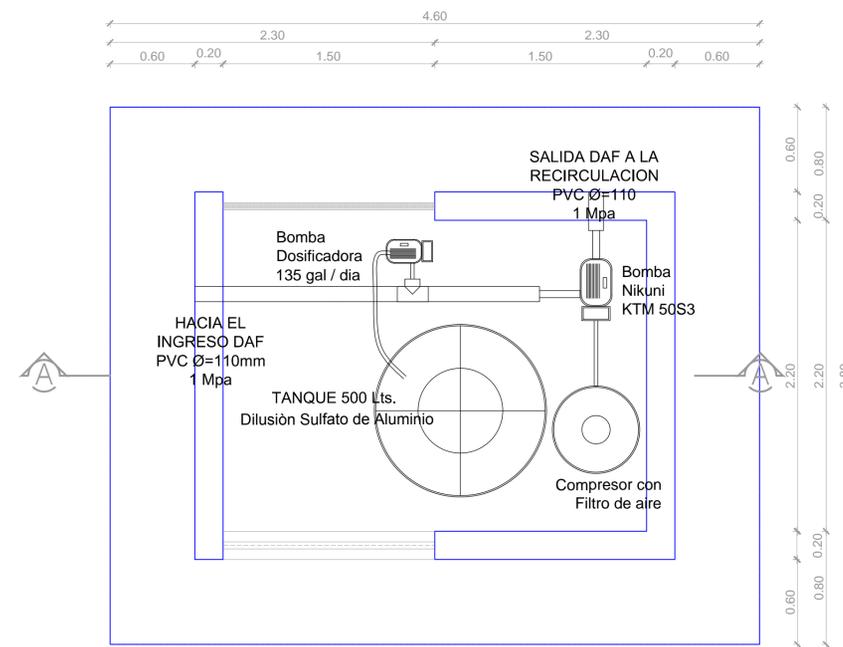
TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA



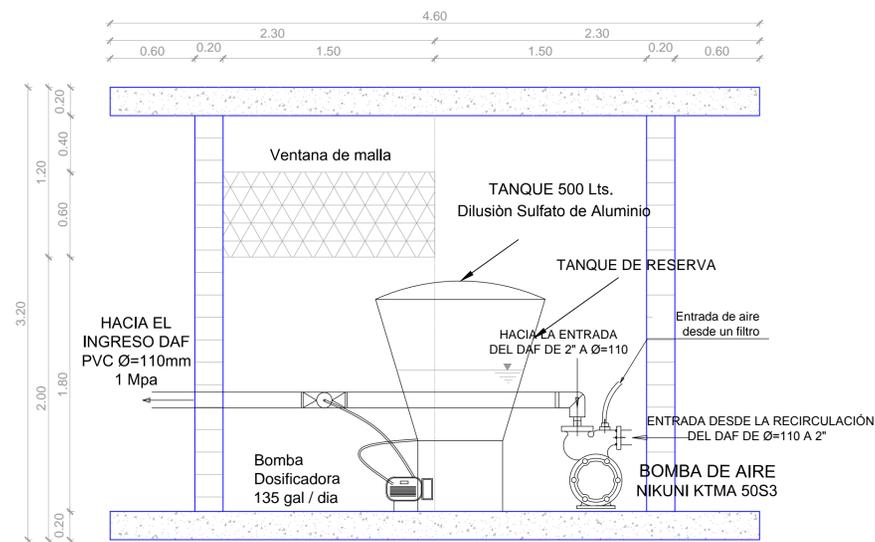
CORTE F - F
ESCALA 1 : 25



CORTE G - G
ESCALA 1 : 25



PLANTA CASETA DE BOMBAS
ESCALA 1 : 25



CORTE CASETA DE BOMBAS
ESCALA 1 : 25



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO

UBICACION: CANTÓN: PELILEO SECTOR: VARIOS CALLE:

CONTIENE: FECHA: JUNIO DEL 2.017

- TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA ESCALA: INDICADAS

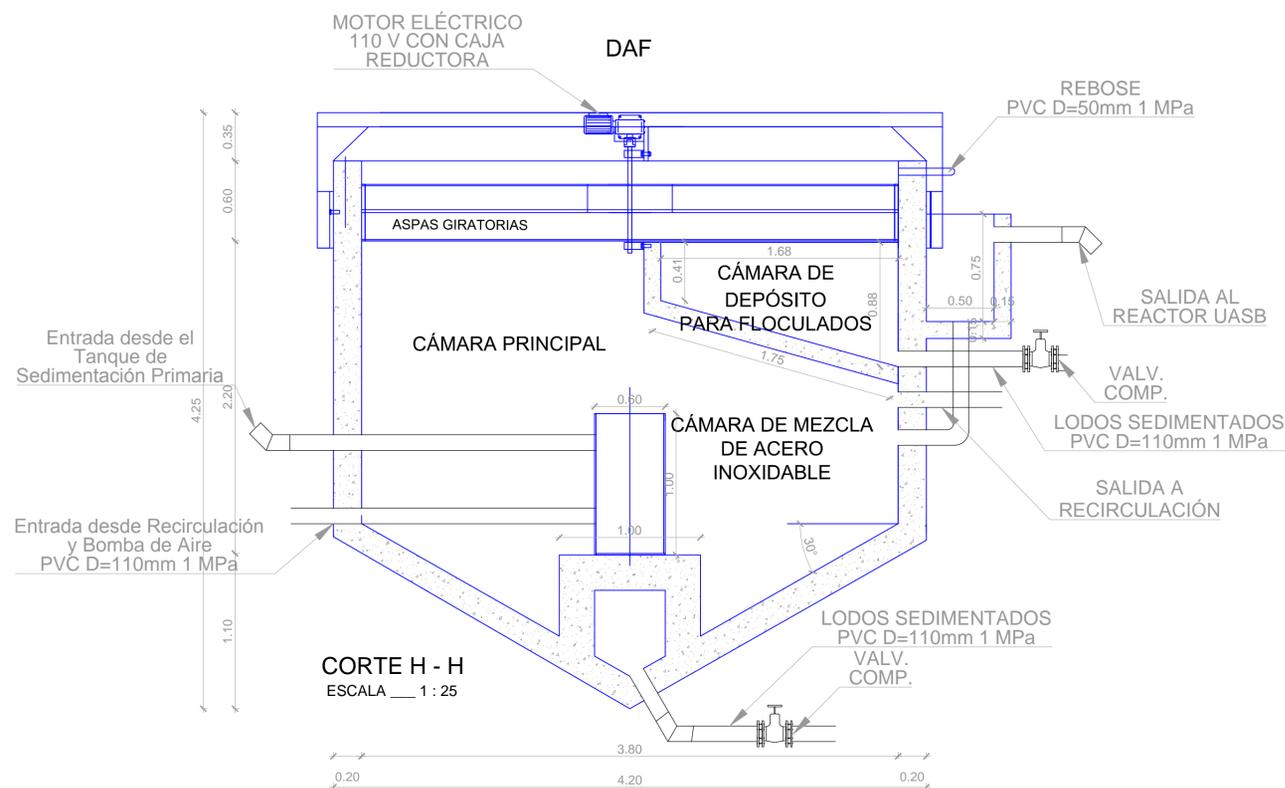
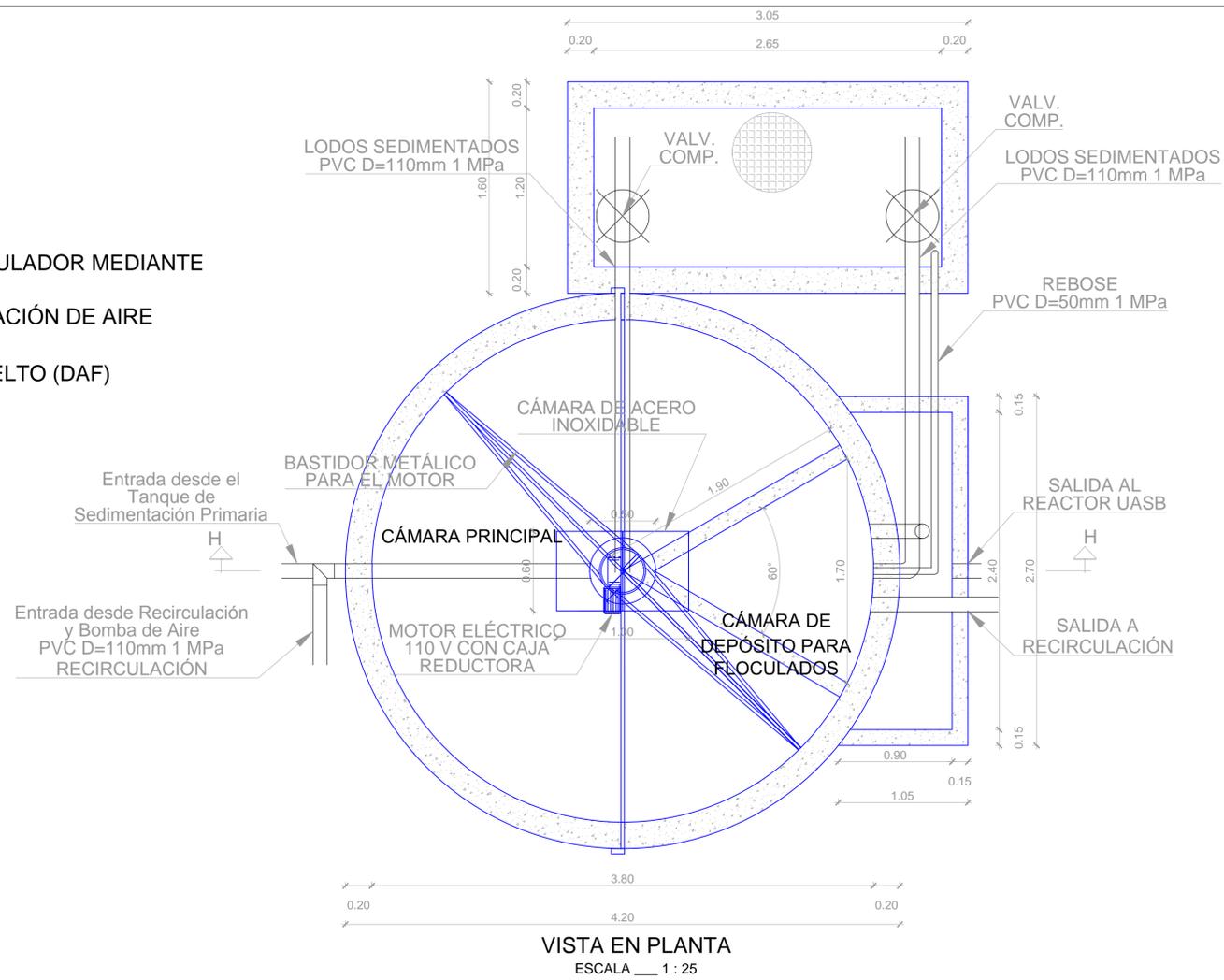
- CASETA DE BOMBAS LAMINA: PLANTA DE TRATAMIENTO 3/4

REALIZADO POR: TUTOR:

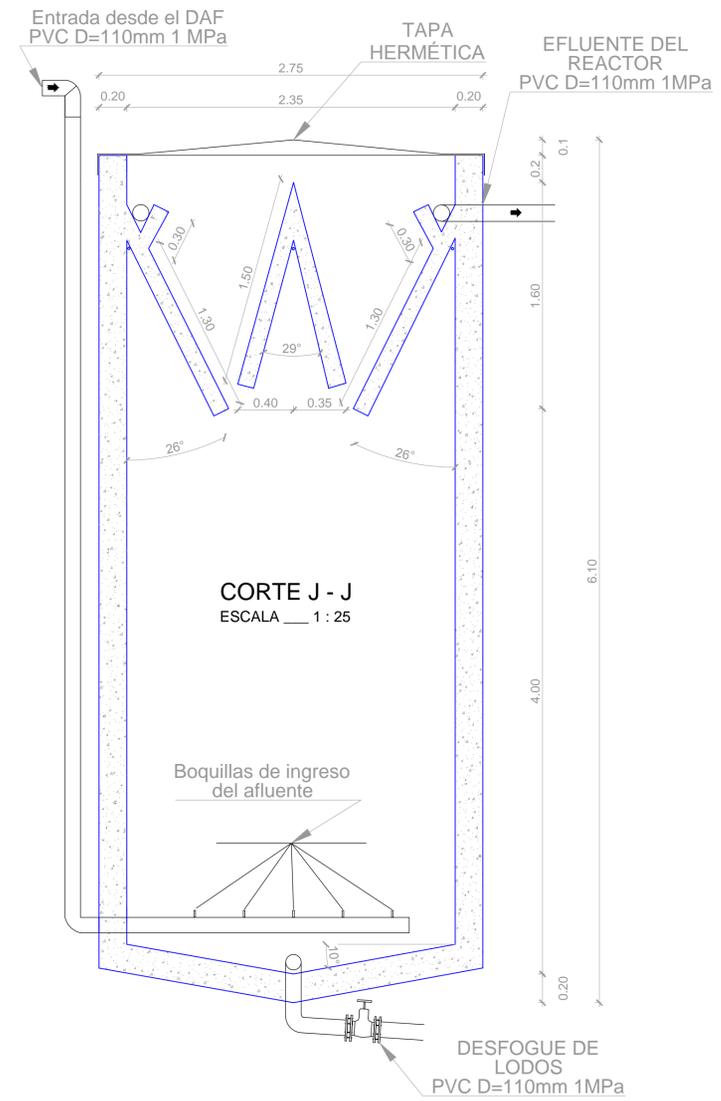
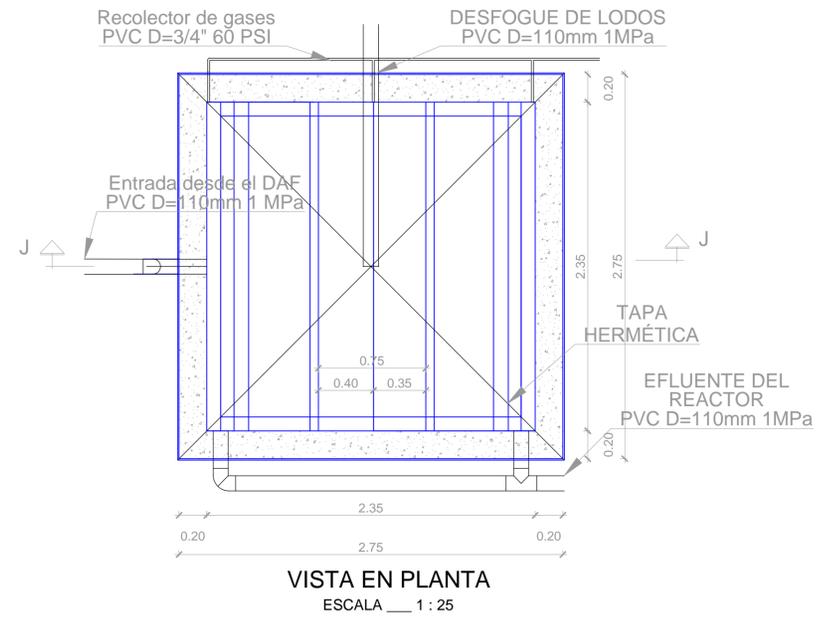
EGRESADO CHRISTIAN QUINGA M.

ING. MG. EDUARDO PAREDES

FLOCULADOR MEDIANTE
FLOTACIÓN DE AIRE
DISUELTO (DAF)



REACTOR ANAEROBIO DE
FLUJO ASCENDENTE (UASB)



| | |
|---|-----------------------------------|
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | |
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | |
| PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LAVADORAS Y TINTORERÍAS DE JEAN EN EL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO | |
| UBICACIÓN: CANTÓN: PELILEO SECTOR: VARIOS CALLE: | FECHA: JUNIO DEL 2.017 |
| CONTIENE: - DAF - UASB | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: | LAMINA: PLANTA DE TRATAMIENTO 4/4 |
| EGRESADO CHRISTIAN QUINGA M. | TUTOR: ING. MG. EDUARDO PAREDES |