

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN –
TARAPOTO**

FACULTAD DE ECOLOGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA



**“Aplicación del sistema de filtración y aireación a escala a partir del
efluente del decanter para el mejoramiento del STAR
de industrias del Shanusi S.A.,
Yurimaguas,2015”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO.**

AUTORES:

Bach. Dante Gronerth Rengifo

Bach. Elizabeth Peña Malca

ASESOR:

ING. M.SC. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA.

Código N°06050916

MOYOBAMBA, PERÚ

2017

CONSTANCIA.

Mediante el presente documento, damos fe al desarrollo y aprobación del proyecto de tesis: “Aplicación de sistema de Filtración y Aireación a escala a partir del efluente del Decanter para el mejoramiento del STAR de Industrias del Shanusi S.A., Yurimaguas, 2015”, que se realizó bajo el financiamiento a su totalidad del Grupo Palmas, siendo el mismo conjuntamente con los autores responsables de la investigación.

El grupo Palmas refuerza su compromiso con la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, encontrándose muy satisfecho con el trabajo que se realizó.

Se expide este documento por solicitud de los autores para fines que consideren necesarios.

TDCACHE
Palmas s/n Uchiza
Tocache, San Martín
T (511) 2154230

LIMA
Av. Circunvalación del golf
Los Incas 134 Torre 1
Piso 17 Surco -
Edificio Panor

www.palmas.com.pe


Renzo Salarezo Cino
Gerente General

**CULTIVANDO
DESARROLLO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **ocho de la mañana del día viernes 12 de mayo del dos mil diecisiete**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Ing. M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA	PRESIDENTE
Ing. GERARDO CÁCERES BARDALEZ	SECRETARIO
Blgo. M.Sc. LUIS EDUARDO RODRÍGUEZ PÉREZ	MIEMBRO
Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA	ASESOR

Para evaluar la Sustentación de Tesis Titulado “**Aplicación del sistema de filtración y aireación a escala a partir del efluente del decanter para el mejoramiento del STAR de Industrias del Shanusi S.A., Yurimaguas, 2015**”, presentado por los Bachilleres en Ingeniería Sanitaria **Elizabeth Peña Malca y Dante Gronerth Rengifo**, según Resolución de Comisión Organizadora N° 078-2016-UNSM-T-FE-CO de fecha **21 de Abril del 2016**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNIFORMIDAD** con el calificativo de **MUY BUENO** y nota **DIECISEIS (16)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **10:10 am** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera
Presidente

Ing. Gerardo Cáceres Bardalez
Secretario

Ing. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez
Miembro

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Asesor



Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
Biblioteca Central y Unidad de Bibliotecas Especializadas

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Gronerth Rengizo Dante	
Código de alumno :	115207	Teléfono: 961095136
Correo electrónico:	dante.93.23@hotmail.com	DNI: 70415048

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Académico Profesional de:	Ingeniería Sanitaria

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	“Aplicación del sistema de filtración y aireación a escala a partir del efluente del decanter para el mejoramiento del STAR de industrias del Shanusi S.A, Yurimaguas, 2015”
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

20 / 12 / 2017



Firma de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
Biblioteca Central y Unidad de Bibliotecas Especializadas

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Feña Malca Elizabeth	
Código de alumno :	115232	Teléfono: 945343615
Correo electrónico:	Elizabethpmalca123@gmail.com	DNI: 72530938

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Académico Profesional de:	Ing. Sanitaria.

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	"Aplicación del sistema de filtración y aireación a escala a partir del efluente del decanter para el mejoramiento del STAR de industrias del Shanusi S.A. Yurimaguas, 2015"
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

20 / 12 / 2017




Firma de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A mis padres; **Ernesto y Nancy**, Por su dedicación y amor inalterable, por guiarme, cada día, por seguir siendo mi ejemplo de coraje, lucha y valentía. Para ustedes, este mi primer objetivo logrado, mi admiración y amor constante, mi vida entera.

A mi hermana y amiga **Karen Valeria Peña Malca**, por su comprensión y cariño, por ser mi fuente de energía y motivo de dedicación, esfuézate y sé valiente pequeña ardilla.

Con toda la añoranza de mi corazón y ganas inmensas de compartir este momento con Él, a mi abuelo **Augusto Ricardo Malca Campos**, quien supo dejarme inconmensurables momentos, enseñanzas, y cariño, durante el tiempo que Dios me regaló a su lado, por ser mi ángel de la guarda, y guiar, en cada momento, desde el cielo, mi camino.

“Para ti Dios todopoderoso por ser nuestro guía y compañía a lo largo de este camino y poder permitarnos dar este gran paso en nuestras vidas y compartirlo con las personas que más queremos”.

“Con mucho amor, satisfacción y eterna gratitud, dedico este triunfo a mis **PADRES**, quienes con su gran apoyo, nos inculcaron valores de responsabilidad, respeto y perseverancia; que me conllevó a fortalecer mi formación para alcanzar la culminación de mi carrera profesional”.

“Con mucho amor y cariño para mi familia SHEYLA y DANSHEL, por ser quienes serán mi apoyo y motivo para dar lo mejor de mí como persona y como profesional”

Dante Gronerth Rengifo

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar nuestros pasos y llenar nuestras vidas de buenas oportunidades, por habernos dado la energía para celebrar nuestros éxitos, y la valentía para aprender de los fracasos.

A nuestras maravillosas familias, nuestros padres, hermana, y demás que contribuyeron en nuestra formación personal y profesional, un especial agradecimiento a la familia Sandoval Malca, Gronerth Rengifo y Gronerth Coronel, por haber sembrado en nosotros la iniciativa de estudiar y seguir siempre para adelante.

A la Universidad Nacional de San Martín, por darnos la oportunidad de realizar nuestra formación dentro de sus aulas, permitiendo así lograr cumplir nuestras metas profesionales.

A nuestro Asesor Ing. M.Sc. Santiago A. Casas Luna, por el apoyo en la ejecución de este proyecto y las aportaciones brindadas.

Al Grupo Palmas, por habernos brindado la oportunidad de desarrollar este proyecto de investigación, a todo el equipo humano que nos apoyó de manera constante. Un especial agradecimiento al Señor Augusto Ezeta Sueyras y al Ing. Gerald Quitorand Dávila, por los consejos y la confianza.

Elizabeth Peña Malca.

Dante Gronerth Rengifo

RESUMEN

El estudio comprueba la eficiencia del tratamiento propuesto (sistema de filtración y aireación), enfocado en reducir la carga contaminante del agua residual industrial generada en Industrias de Shanusi S.A.C., ya que actualmente dicho Sistema no está siendo lo óptimo, ni logrando la eficiencia necesaria para garantizar el cumplimiento de los parámetros establecidos para el reúso del efluente en actividades de riego.

Para el diseño y acondicionamiento de los sistemas y el análisis de los parámetros (Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, pH y Temperatura) se tuvo que realizar trabajos de laboratorio y campo. En el laboratorio se determinaron los parámetros de las muestras (SST, DBO, DQO, pH y Temperatura), mientras que en campo se realizó el acondicionamiento de los sistemas diseñados y la toma de las muestras para su posterior evaluación en laboratorio.

Para el tratamiento del agua residual industrial, se pasó esta, por tres tanques de filtración (medio de filtración: Arena, grava y Carbón activado), y un tanque de aireación DAF. Los puntos de muestreo fueron distribuidos en tres: A la entrada del sistema, a la salida del sistema de filtración, y a la salida del sistema de aireación (fin del tratamiento). Al finalizar el tratamiento (salida del sistema de aireación) se obtuvieron las muestras para determinar los valores de los parámetros evaluados.

Se comprobó, que con la aplicación de los sistemas de filtración y aireación la carga contaminante del agua residual industrial, se vio reducida de la siguiente manera: Sólidos Suspendidos Totales en un 90,24%, Demanda Bioquímica de Oxígeno en un 95,92%, Demanda Química de Oxígeno en un 95,19%, pH en un 7,15% y la temperatura en un 0,41 %, por lo tanto se logró mejorar el STAR de Industrias del Shanusi S.A.

Palabras Claves: Agua Residual Industrial, Sistema de Filtración, Sistema de aireación.



CENTRO DE IDIOMAS

ABSTRACT

The study verifies the efficiency of the proposed treatment (aeration and filtration system), focused on reducing the pollution load of the industrial wastewater generated in Shanusi industries S.A.C., since the system is not optimal, or achieving efficiency necessary to ensure compliance with the parameters established for the reuse of the effluent in irrigation activities.

For the design and fitting out of the systems and the analysis of the parameters (Total Suspended Solids, Chemical Oxygen Demand, Biochemical Oxygen Demand, pH and Temperature) laboratory and field work had to be performed. In the laboratory it was determined the parameters of the samples (SST, DBO, DQO, pH and Temperature), while in the field was the development of the systems designed and the taking of samples for further evaluation in the laboratory.

For the treatment of industrial wastewater, is, by three tanks of filtration (means of filtration: Sand, gravel and activated carbon), and an aeration tank DAF.

The sampling points were distributed in three: At the entrance of the system, the output of the filtration system, and the outlet of the aeration system (end of treatment). At the end of the treatment (exit from the venting system) was obtained samples to determine the values of the parameters evaluated.

It was found, that with the implementation of the systems of filtration and aeration the polluting load of industrial wastewater, was reduced in the following manner: Total Suspended Solids in a 90.24%, Biochemical Oxygen Demand in a 95.92%, Chemical Oxygen Demand in a 95.19%, 7.15% in a pH and temperature in a 0.41 %, therefore be managed to improve the star of Shanusi Industries S.A.

Key words: Industrial waste water, filtration system, aeration system.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
ÍNDICE	xiii
INTRODUCCION	xv
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. General:	2
1.3.2. Específicos:.....	2
1.4. Justificación de la investigación.....	2
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.2. Bases teóricas.	5
2.3. Definición de términos	18
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1. Sistema de hipótesis.	20
3.2. Sistema de variables.	20
3.3. Tipo y nivel de investigación.....	21
3.4. Diseño de investigación.....	21
3.5. Población y muestra.	21
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	22
3.6.2. Instrumentos de recolección de Datos.....	23
3.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos.	23
CAPITULO IV: RESULTADOS.	23
4.1. Resultado N° 01: Del primer objetivo específico: Diseñar un sistema de filtración y aireación.....	24

4.2.	Resultado N° 02: Del segundo objetivo específico: Determinar los parámetros físicos y químicos antes y después de los procesos implementados y compararlos con los LMP.....	26
4.3.	Resultado N° 03: Del tercer objetivo específico: Determinar la eficiencia de los sistemas de filtración y aireación.	48
4.4.	Resultado N° 04: Del objetivo general: Aplicar un sistema de filtración y aireación a escala, a partir del efluente del decanter para el mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de Industrias del Shanusi S.A., Yurimaguas 2015.	49
4.5.	Prueba estadística para contrastar la hipótesis.	50
4.6.	Discusión de resultados.	52
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES	54
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	ANEXOS.....	58

INTRODUCCION

Hoy por hoy manejamos el concepto de “agua”, como fuente de vida, base para el desarrollo sostenible de las sociedades y mejora de los estilos de vida; es así que el día a día usamos en distintas actividades el llamado recurso hídrico, que posterior el uso en mención pasa a convertirse en agua residual, está según su origen puede dividirse en doméstica, municipal e industrial. Uno de los grandes problemas que ataca a la sostenibilidad ambiental es que esta agua residual es vertida, reusada o infiltrada, a diferentes cuerpos receptores, de manera indiscriminada, alterando así el desarrollo de los ecosistemas existentes en ellos, afectando con la sostenibilidad ambiental de nuestro planeta.

En la presente investigación, usamos como base de estudio el agua residual industrial, que se obtiene, como resultado del procesamiento del racimo de fruto fresco (RFF) de palma aceitera para obtención de sus derivados, en Palmas del Shanusi, donde si bien se cuenta con un sistema para el tratamiento de efluentes generados, no se ha logrado estar dentro de los parámetros necesarios para el rehúso de este en actividades de fertiriego, que es el destino final que en esta industria se le da a sus efluentes.

En el desarrollo de nuestro trabajo planteamos como alternativa la inclusión de sistema de filtración y aireación, como parte del tratamiento de estos efluentes, tomando como materiales para lecho filtrantes: arena grava y carbón activado, y un sistema de aireación de tipo DAF; así mismo tomamos tres puntos de muestreo para validar la variación de los parámetros necesarios a controlar en el efluente, los mismo que fueron comparados con los límites máximos permisibles (LMP), aplicables a Palmas del Shanusi, es importante mencionar que en nuestro país actualmente no existe un LMP destinado específicamente a agua residual de origen industrial, es por ello que tomo el estándar con que en Autoridad nacional de agua , evalúa a la industria, siendo este un LMP para aguas residuales de origen doméstico.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

El agua evidentemente es un recurso esencial para la vida, base para el desarrollo de todo tipo de sociedad, y principal soporte, de la calidad de vida en nuestro planeta; la disponibilidad de dicho recurso depende, de la dinámica del ciclo hidrológico, en el cual los procesos de evaporación, precipitación, transpiración y escurrimientos dependen del clima, las características del suelo, la vegetación y ubicación geográfica. El hombre ha alterado dicho ciclo para satisfacer sus crecientes necesidades, principalmente por las actividades agrícolas, industriales y domésticas, como producto de estas actividades se obtiene la llamada “agua residual”, que puede dividirse según su origen en industrial, doméstica y municipal.

Las aguas residuales en muchos países son un problema ambiental puesto que contaminan de una manera irracional los ecosistemas en donde son vertidas, los principales afectados son los animales y plantas que habitan en estos ecosistemas pero los humanos también resultamos seriamente afectados ya que muchos de estos lugares son una fuente de agua dulce o simplemente por estar ubicados cerca de poblaciones; además de estar destruyendo nuestro patrimonio natural.

En el Perú, el 70 por ciento de aguas residuales industriales y domésticas se vierte a los cursos de agua sin tratamiento, a diferencia de otros países que ya superaron ese problema.

En el escenario de Industrias del Shanusi S.A, se cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes combinado (biológico y químico), dotado de florentinos, lagunas anaerobias, digestor de lodos, sedimentador de alta tasa, decanter, y finalmente lagunas facultativas; dicho sistema logra reducir en sobre manera los parámetros sobre los que se les evalúa, sin embargo a pesar de esta reducción no se logra llegar a lo establecido por el LMP.

1.2. Formulación del problema

Ante esto se formula la siguiente pregunta: ¿Será efectiva la aplicación de un sistema de filtración y aireación para el mejoramiento del Sistema de tratamiento de aguas residuales de Industrias del Shanusi S.A.?

1.3. Objetivos

1.3.1. General:

Aplicar un sistema de filtración y aireación a escala, a partir del efluente del decanter para el mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de la industria del Shanusi S.A, Yurimaguas 2015.

1.3.2. Específicos:

- a. Diseñar un sistema de filtración y aireación.
- b. Determinar los parámetros físicos y químicos antes y después de los procesos implementados y compararlos con los Límites Máximos Permisibles (LMP).
- c. Determinar la eficiencia del sistema de filtración y aireación.

1.4. Justificación de la investigación

Como consecuencia de los distintos procesos de extracción de aceite, se genera grandes cantidades de aguas residuales, las mismas que por características de los procesos en los que fueron utilizados, se encuentran conformadas por componentes como, gran cantidad de sólidos suspendidos y volátiles, alta temperatura, grasas y aceites, un pH bastante ácido, y sobre todo un alto contenido de carga orgánica; la misma que es altamente degradable, lo que se toma como principal pilar para los tratamientos de las mismas.

El tratamiento de las aguas residuales es una exigencia actualmente de influencia mundial, que es fiscalizada por distintos actores, es de relevante importancia el control del agua residual antes de su vertimiento, infiltración o reúso, en el caso de

Industrias del Shanusi la Exigencia estipula un LMP de 200mg/l de DQO, 150mg/l de Solidos suspendidos totales, Ph en un rango de 6,5-7,5, así como una temperatura no mayor de 40°C (Reúso-Riego de Vegetales de tallo alto, ANA. 2013). Desde el año 2011 Industrias del Shanusi cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales-STAR, el mismo que agencia de torres de enfriamiento, laguna digestor anaerobio, sedimentador de alta tasa, digestor de lodos; posterior a estos procesos biológicos se inicia un tratamiento netamente químico, con la inyección de cloruro férrico (FeCl_3). Logrando así la reducción del DQO de 150 000 mg/l a 1000mg/l, reducción notablemente eficiente, sin embargo no logra encajar dentro de los estándares establecidos.

Se ve entonces en la necesidad latente de cumplir los LMP dados, por ende nace la iniciativa de la incorporación de dos nuevos componentes al sistema, los que son la filtración y la aireación biológica, la misma que cumple la función de degradar la materia orgánica aun contenida en el fluente, sin embargo para que su desarrollo sea adecuado es necesario de manera fundamenta la disipación de todo rastro de FeCl_3 , es ahí donde trabajan los filtros; basamos nuestras premisas en los procesos de tratamiento por reactores biológicos que vienen constituidos en las plantas de tratamiento de aguas domésticas, las mismas que logran la reducción del DQO de 2800mg/l, hasta 20-50mg/l.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Diomedes, J. (2013). En su investigación denominada “Evaluación del sistema de tratamiento de Aguas Residuales en la disminución de la demanda química de oxígeno, en Industrias de Shanusi”, en una de sus conclusiones menciona:

Existe una influencia significativa en la disminución de la carga orgánica DQO, desde el ingreso del afluente a las lagunas anaerobias, hasta su salida en las lagunas facultativas, hacia las parcelas de fertirriego. Demostrando una efectividad del sistema del 99,8 %.

Cisneros, E. (2007). En su investigación denominada “Filtración a nivel piloto para depurar el efluente de un reactor UASB que trata agua residual con lactosuero. México”, en una de sus conclusiones menciona:

La filtración arena-carbón es una opción viable para cumplir con los parámetros de DBO, SST, pH de la NOM-001-ECOL-1996, ya que este tipo de filtración muestra una alta efectividad.

López López, J. (2012). En su investigación denominado “Diseño, Construcción Y Evaluación De Un Filtro Intermitente De Arena -Guatemala”. En una de sus conclusiones menciona:

Los parámetros de DBO, DQO analizados mediante la aplicación de un filtro intermitente de Arena, cumplen con los valores máximos permisibles en el artículo 24, según el Acuerdo Gubernativo 236-2006, vigente hasta el 2 de mayo del 2020.

Arista, Jhon. (2008). En su investigación denominada “Evaluación de la eficiencia de un filtro anaerobio de grava a escala piloto, análisis comparativo con un filtro anaerobio de gadua-Planta de tratamiento de aguas residuales-Universidad Pontificia Bolivariana-Bucaramanga”, en una de sus conclusiones menciona:

La grava como medio de soporte obtuvo remociones de DQO entre 60 y 82 % cuando el tiempo de recirculación era de 48 horas, esto afirma que cuando el tiempo de recirculación aumenta los porcentajes de remoción son más altos, debido que el número de veces que el cuerpo de agua entra en contacto con el medio filtrante es mayor. Este comportamiento se vio reflejado de igual forma en la remoción de SST y DBO.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Industrias de Shanusi

La extractora SHANUSI es una fábrica para la producción por extracción de aceite crudo de palma africana y almendra o palmiste con destino al mercado nacional e internacional.

El procesamiento de los racimos de fruta fresca (RFF) de la palma de aceite o palma africana se realizara en la planta extractora mediante efectos de presión, temperatura, y procesos mecánicos que extraen el aceite contenido en la pulpa del fruto. Como insumo único podría considerarse el agua, utilizada como medio de dilución, producción de vapor y lavado. (Cuervo, 2011)

2.2.1.1. Efluentes de las Plantas de Procesamiento de Aceite de Palma Aceitera:

Puesto que los efluentes de las plantas de procesamiento de aceite de palma son de carácter orgánico, son fácilmente biodegradables. De hecho, todas las plantas de procesamiento han empleado la digestión anaeróbica como

tratamiento primario. En el curso del proceso de digestión, se genera un producto gaseoso de gran valor el biogás.(Cuervo, 2011)

Los problemas asociados con este tipo de aguas residuales son: su elevada temperatura, Bajo pH, alta carga de sólidos suspendidos y sólidos suspendidos volátiles, alta carga orgánica medida como DQO, pero con la ventaja de que una alta fracción es biodegradable, si tenemos en cuenta que la relación DBO5/DQO están por encima de 0.45 (mínima), lo que fácilmente nos permite deducir que la relación DBO última/DQO es mayor de 0.70. Ensayos de biodegradabilidad en condiciones anaerobias muestran tendencias de biodegradación mayores al 70%. (EIA- Industrias del Shanusi S.A).

2.2.1.2. Componentes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Industrias de Shanusi S.A.

El sistema de tratamiento cuenta con los siguientes componentes:

a) Lagunas -Digestores Anaerobios

Las lagunas-digestores anaerobios son sistemas de tratamiento biológico donde la digestión del material orgánico se lleva a cabo por la acción metabólica de bacterias anaerobias. La estabilización se realiza en dos etapas: inicialmente un grupo de bacterias descomponen las moléculas orgánicas a ácidos orgánicos, dióxido de carbono, sulfuros, amoníaco y materia celular. En condiciones ambientales favorables, relativas a alcalinidad, pH y concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), un segundo grupo de bacterias utilizan estos ácidos orgánicos para producir metano, dióxido de carbono y materia celular. Las lagunas-digestores fueron diseñadas para tratar altas cargas orgánicas superficiales, mayores a 7000 Kg de DQO/Ha-d, teniendo como limitante un debido control de operación. En ella se busca sedimentar y estabilizar un alto porcentaje de sólidos suspendidos (50 a 60%), remover la materia orgánica (80 a 90) y generar biogás en proporción a la materia orgánica removida.

b) **Sedimentador de Alta Tasa**

El efluente de las lagunas-digestores anaerobios se hace pasar por un sedimentador de alta tasa cuya finalidad es minimizar el paso de sólidos suspendidos hasta las lagunas facultativas, y de esta forma evitar su colmatación por acumulación de sólidos en el fondo. Los lodos sedimentados se envían al digestor de lodos.

c) **Digestor de Lodos**

Los lodos extraídos de las lagunas-digestores anaerobios, conjuntamente con los lodos almacenados en el sedimentador de alta tasa son enviados a la laguna-digestor de lodos para continuar con su estabilización y mineralización, antes de su deshidratación mecánica.

d) **Laguna Facultativa**

El efluente del sedimentador de alta tasa pasa a una laguna facultativa. La principal función de esta es la remoción de la carga orgánica que escapó al tratamiento primario en las lagunas-digestores anaerobios, que es básicamente soluble. Esta laguna, además de remover materia orgánica adicional servirá como reservorio para abastecer el sistema de riego.

e) **Decanter**

Se emplea para espesar y deshidratar todo tipo de lodo que proviene de las diferentes etapas del tratamiento de aguas residuales. Los lodos son capturados y estos son utilizados como abono orgánico, dada su composición vegetal y su riqueza en materia orgánica, y los líquidos provenientes del STAR son aprovechados para el fertirriego.

2.2.2. Aguas residuales

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. (Mara, 1976).

2.2.2.1. Clasificación de Aguas residuales de acuerdo a su origen

Cuando se diseñan los sistemas de disposición de aguas residuales, es decir, la recolección y el tratamiento de las mismas, debe diferenciarse entre:

- Domésticas: Son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación, también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.
- Industriales: Son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.
- Pluviales: son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo (Mendonca, 1987).

2.2.2.2. Tratamiento de Aguas Residuales Industriales:

La depuración de los efluentes líquidos es una parte fundamental de la gestión ambiental en cualquier industria. Debe de ser asumida en su doble faceta de obligación medioambiental con la sociedad y como parte del proceso de producción. En este último sentido, se deben tener en cuenta dos tipos posibles de costos:

- Costo de producción: Proceso de tratamiento y “canon de vertido”
- Costo de seguridad: Eliminación de problemas de seguridad e higiene y despenalizaciones por delito ecológico.

Para la planificación del proceso de tratamiento es preciso tener en cuenta, en principio, la triple posibilidad de actuación:

- a) Depuración conjunta en una PTAR con aguas residuales urbanas.
- b) Depuración en una estación depuradora de aguas residuales industriales (STAR).
- c) Depuración en la propia industria. (Weber, 1979).

Las características de los efluentes de cada industria, las posibilidades legislativas, los costos de vertido en cada caso y los costos de depuración propia, decidirán la opción elegida.

También, al igual que en el caso de las aguas residuales urbanas, en el tratamiento de las aguas residuales industriales podemos hablar de los mismos procesos generales: Tratamientos primarios, secundarios y terciarios, utilizándose solo los que sean de aplicación al proceso industrial concreto. Los principales tratamientos en cada una de las categorías son:

- **Pretratamiento y tratamiento primarios:** Cribado, neutralización, coagulación-floculación, sedimentación, filtración, floculación, desarenado y desaceitado. Tienen por objeto la eliminación de sólidos en suspensión, coloides, metales pesados y aceites y grasas.
- **Tratamientos secundarios:** Lodos activados, filtros percoladores, lagunaje, etc. Eliminan materia orgánica biodegradable.
- **Tratamiento terciarios:**
 - Procesos de oxidación (Destrucción o transformación de materia orgánica y compuestos inorgánicos oxidables) y de reducción.
 - Procesos de precipitación química: Eliminación de metales y aniones inorgánicos.
 - Arrastre con aire o vapor: Eliminación de compuestos volátiles.

Estos tres procesos también pueden ser, a veces, tratamientos primarios.

- ✓ procesos de membrana (ósmosis inversa, ultrafiltración, electrodiálisis) y de intercambio iónico: eliminación de especies disueltas y coloides en su caso.
- ✓ Procesos de adsorción con carbón activo. Eliminación de compuestos orgánicos.
- ✓ Procesos de incineración. Eliminación de compuestos orgánicos.
- ✓ Procesos electroquímicos: Electrolisis y electromembranas. Eliminación o transformación de especies disueltas ((Weber, 1979)

2.2.3. El proceso de filtración

El objetivo básico de la filtración es separar las partículas y microorganismos objetables, que no han quedado retenidos en los procesos de coagulación y sedimentación. En consecuencia, el trabajo que los filtros desempeñan, depende directamente de la mayor o menor eficacia de los procesos preparatorios. (Arboleda, 2000).

La filtración puede efectuarse de muchas formas: Con baja carga superficial (filtros lentos) o con alta carga superficial (filtros rápidos), en medios porosos (pastas arcillosas, papel de filtro) o en medios granulares (arena, antracita, granate o combinados), con flujo ascendente; descendente y mixto (parte ascendente y parte descendente). Por otro lado, el filtro puede trabajar a presión o por gravedad, según sea la magnitud de la carga hidráulica que exista sobre el lecho filtrante. La Tabla N° 01 presenta una clasificación de los filtros basada en estos criterios. En los filtros de acción lenta, el agua pasa por gravedad a través de la arena a baja velocidad. La separación de las materias sólidas, se efectúa al pasar el agua por los poros de la capa filtrante adhiriéndose las partículas sólidas a los granos de arena. Después de un largo periodo de tiempo, quedan

obstruidos los poros de la capa arenosa y esta debe limpiarse (Arboleda, 2000).

En los filtros de arena de acción rápida con superficie libre, el agua desciende por gravedad a través de la arena a alta velocidad. Se utilizan para efluentes de aguas residuales provenientes de un tratamiento secundario, y es indispensable un pretratamiento con un coagulante para eliminar la mayor parte de las materias en suspensión por asentamiento. El filtro de arena de acción rápida, se limpia con una corriente de agua en dirección contraria, que expande y lava la arena separando los sólidos acumulados (Arboleda, 2000).

Tabla 1: Clasificación de los Filtros Según Distintos Criterios

Velocidad de Filtración	Medio Filtrante Usado	Carga Sobre el Lecho
Rápidos 120-360 m ³ /(m ² día)	Arena	Por Gravedad
	Antracita	
	Mixtos: Antracita, Arena y Granate	
	Mixtos: Antracita y Arena	Por Presión
Mixtos: Antracita, Arena y Granate		
Lentos 7-14 m ³ /(m ² día)	Arena	Por Gravedad

Fuente: Arboleda, 2000

2.2.4. Descripción de las operaciones de filtración

La operación completa de filtración consta de dos fases: Filtración y lavado o regeneración. Mientras la descripción de los fenómenos que se producen durante la fase de filtración es, prácticamente, idéntica para todos los sistemas de filtración que se emplean para las aguas residuales, la fase de lavado es bastante diferente en función de si el filtro es de funcionamiento continuo o semi continuo. (Metcalf y Eddy, 1998).

- Operaciones de filtración semicontinuas. En estas operaciones la filtración y el lavado son fases que se dan una a continuación de la otra. La fase de filtración, en la que se eliminan las partículas sólidas,

se lleva a cabo haciendo circular el agua a través de un lecho granular, con o sin adición de reactivos químicos. El final del ciclo de filtrado se alcanza cuando empieza a aumentar el contenido en sólidos en el efluente hasta alcanzar un nivel máximo aceptable, o cuando se produzca una pérdida de carga prefijada en la circulación a través del lecho. Idealmente ambas circunstancias se producen simultáneamente. Una vez alcanzada cualquiera de estas condiciones, se termina la fase de filtración, y se debe lavar el filtro a contracorriente para eliminar la materia que se ha acumulado en el seno del lecho granular. Para ello, se aplica un caudal de agua de lavado suficiente para fluidizar el medio filtrante y arrastrar el material acumulado en el lecho. Para favorecer la operación de lavado, suele emplearse una combinación de agua y aire. Esta agua, utilizada en el proceso de lavado, normalmente, se retorna a las instalaciones de sedimentación primaria o al proceso de tratamiento biológico.

- Operaciones de filtración continua. En el funcionamiento continuo, las fases de filtración y lavado ocurren simultáneamente. Cuando utilizamos estos filtros no existen los conceptos de turbidez límite del efluente ni la pérdida de carga máxima admisible en la circulación a través del lecho.

Tabla 2: Clasificación de los Filtros de Medio Granular

Operación del Filtro	Tipo de Filtro	Detalles del Filtro			Dirección del Flujo
		Tipo de Lecho	Medio	Profundidad (cm)	
Semicontinuo	Convencional	Único	Granate, antracita o arena	75	Descendiente
Semicontinuo	Convencional	Doble	Granate y antracita	90	Descendiente
Semicontinuo	Convencional	Múltiple	Antracita, arena y granate	90	Descendiente
Semicontinuo	Lecho Profundo	Único	Granate o antracita	120-180	Descendiente
Semicontinuo	Lecho Profundo	Único	Arena	120-180	Ascendente
Semicontinuo	Lecho Pulsatorio	Único	Arena	27.5	Descendiente

Continuo	Lecho Profundo	Único	Arena	120-180	Ascendiente
Continuo	Puente Móvil	Único	Arena	27.5	Descendiente
Continuo	Puente Móvil	Doble	Granate y Arena	40	Descendiente

Fuente: Metcalf y Eddy, 1998

2.2.5. Filtración por Carbón Activado (Antracita).

- **Carbón Activo.** El carbón activado es un término general que denomina a toda una gama de productos derivados de materiales carbonosos. Es un material que tiene un área superficial excepcionalmente alta.

El nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna.

Es un producto obtenido a partir del carbón amorfo, el cual se ha sometido a un tratamiento de activación con el fin de incrementar su área superficial hasta 300 veces debido a la formación de poros internos, pudiendo alcanzarse áreas de 1200 -1500 m² /g de carbón (Sebilla, 2006).

- **Filtro de Carbón Activado.**

La adsorción por el carbón activado es, en general, referida como un proceso de filtración y los mecanismos de actuación son procesos electro-químicos y no mecánicos. Los filtros de tratamiento pueden estar instalados en el punto del uso o en el punto de entrada, se recomienda el tratamiento del agua entrada en su domicilio para eliminar los VOC para todo tipo de uso, sea para beber, cocinar, limpiar, o bañarse libre de toda contaminación. Grandes concentraciones de contaminantes y el consumo de agua, reducen la vida del carbón. Los industriales tienen guías que pueden ser usados para remplazar los filtros de carbón. El agua que entra y pasa por el filtro puede ser testado periódicamente para indicar si el sistema de tratamiento funciona perfectamente. Las bacterias pueden reproducirse sobre la superficie del

filtro de carbón. Se recomienda que el agua sea desinfectada después de pasar a través del filtro, para mayor seguridad se pueden utilizar muchos tipos de desinfección, la luz ultravioleta (UV) es uno de ellos. El sistema trabaja de forma efectiva y eficientemente eliminando los problemas de contaminación microbiológica del agua (Tesacua, 2015).

2.2.6. Filtros Rápidos de Arena

Este tipo de filtro es eficaz en el tratamiento de aguas muy contaminadas y de las que están sujetas a extremas variaciones en la contaminación y en la turbidez. (Metcalf y Eddy, 1998)

2.2.7. Sistema De Aireación

La aireación puede ser utilizada en actividades como la acuicultura, remoción de sustancias volátiles de una corriente líquida, tratamiento de aguas residuales entre otras.

El uso de la aireación en el tratamiento de aguas residuales es bastante común. Este puede ser utilizado en sistemas de lodos activados, tanque de homogenización, lagunas aireadas. Cada una de las aplicaciones anteriores buscan, como es natural, la transferencia del oxígeno del ambiente a la fase líquida, si bien es cierto este es el propósito principal de la aireación, también pueden lograrse dependiendo otros objetivos como: mezclado, suspensión de sólidos, enfriamiento o calentamiento del agua a tratar; además de la disolución de los gases en el líquido (Gómez, 2008).

Para la selección de un equipo de aireación para aguas residuales, es necesario tomar en cuenta primero cuál es la demanda de oxígeno del proceso para poder escoger un sistema que alcance el rendimiento deseado sin exceder la demanda energética razonable, ya que si se desea, las tecnologías actuales tienen una gama amplia de equipos que permiten alcanzar valores altos de transferencia de oxígeno pero sin olvidar que dicha eficiencia viene acompañada de un consecuente aumento de la

demanda energética, demanda que puede tal vez no justificar el beneficio que la unidad de tratamiento está generando en la calidad del agua, lo que lo hace poco rentable (Gómez, 2008).

De manera muy general, podemos clasificar los sistemas de aireación de acuerdo a la forma en la que incorporan el aire en la fase líquida, es decir, en como promueven el contacto de las fases aire-líquido para generar la fuerza motriz de la difusión del oxígeno hacia el líquido, pueden ser de tres tipos:

- Mecánicos
- Difusión
- Híbridos

2.2.8. Flotación por Aire Disuelto (DAF)

La flotación es un proceso en el cual se introducen micro burbujas de aire en un estanque con agua residual o lodo. Al ascender las microburbujas, las partículas presentes en el líquido se adhieren a estas, separándose y formando una capa flotante de material concentrado. Con ello se consigue una efectiva remoción de Sólidos Suspendedos, Aceites & Grasas, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno. (CONAMA, 2008)

El sistema DAF utiliza agua presurizada y sobresaturada con aire para producir burbujas de 30 a 60 μm de diámetro, las cuales aparecen en el momento en el que el efluente entra al tanque de flotación y se despresuriza. Por lo general, esta tecnología puede ser aplicada en tres configuraciones: presurización total, presurización parcial y reciclado presurizado, siendo esta última la configuración preferida para el 80% de los sistemas de tratamiento de efluentes de refinerías (ALVAREZ, 2009).

2.2.9. Normatividad Peruana

Para la presente investigación, se llegó a comparar con las siguientes leyes, las cuales se detallan a continuación:

2.2.9.1. Ley N° 28611, Ley General del ambiente

El Límite Máximo Permisible – LMP., es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Tabla 3:

Límites Máximos Permisibles (LPM) para los Efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 – 8.5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: Decreto Supremo N°003 – 2010 – MINAM

2.2.9.1.1. Artículo 121.- Del vertimiento de aguas residuales

El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales, o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas, como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

2.2.9.2. Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos

2.2.9.2.1. Artículo 83°.- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a esta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

2.3. Definición de términos

- **Aguas residuales industriales:** Son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia susceptible de ser consumida por medios biológicos que contiene una muestra líquida.
- **Demanda Química de Oxígeno:** Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser por medios químicos que hay en una muestra líquida.
- **Afluente:** Aguas Residuales Industriales que ingresan a los sistemas de filtración y aireación.
- **Efluente:** Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua.
- **Piloto:** Modelo, de carácter experimental.
- **Potencial de Hidrógeno (pH):** El pH indica la concentración de iones presentes en determinadas disoluciones.
- **Sólidos sedimentables totales:** Es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua.
- **Temperatura:** La temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia.

- **Antracita:** También conocido como Carbón Activado, excelente medio filtrante para tratar aguas residuales.

- **Flotación por aire disuelto. (DAF):** Consiste en la inyección de microburbujas de aire, en el flujo de agua residual, para propiciar la adherencia entre microburbujas y el agua residual.

- **STAR:** Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Sistema de hipótesis.

H₁: Mediante la aplicación de un sistema de filtración y aireación a escala, a partir del efluente del decanter mejora el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de las industrias de Shanusi S.A, Yurimaguas 2015.

H₀: Mediante la aplicación de un sistema de filtración y aireación a escala, a partir del efluente del decanter no mejora el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de las industrias de Shanusi S.A, Yurimaguas 2015.

3.2. Sistema de variables.

3.2.1. Variable Independiente:

Aplicación de un Sistema de Filtración y Aireación.

Indicadores:

Porcentaje de Remoción.

3.2.2. Variable Dependiente:

Mejoramiento del STAR de Industrias del Shanusi S.A.

Indicadores:

Eficiencia de los Sistemas de Filtración y Aireación.

3.3. Tipo y nivel de investigación.

3.3.1. De acuerdo a la orientación:

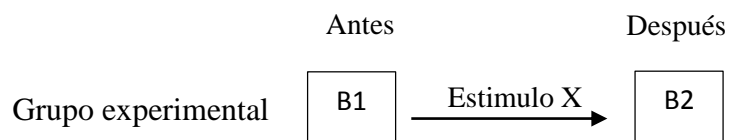
Aplicada.

3.3.2. De acuerdo a la técnica de contrastación

Experimental

3.4. Diseño de investigación.

- **Diseño en sucesión, en línea o de preprueba-postprueba con un solo grupo**



Se usa un solo grupo que sirve como grupo experimental y testigo de sí mismo. Las conclusiones se establecen por comparación entre la situación antes y después de la aplicación del estímulo.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población

Está comprendida por el caudal promedio diario de entrada al sistema de filtración:

$$Q = 25,92 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.5.2. Muestra

Se realizaron un total de 9 muestras de 500 mL., haciendo un total de 4.5 L.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Para evaluar la eficiencia de los sistemas de filtración y aireación en el proceso de tratamiento de las aguas residuales industriales de Industrias del Shanusi S.A., se ha realizado el diseño y acondicionamiento de los sistemas, posterior a este se tomaron las muestras distribuidos en tres puntos (Salida del decanter, salida del sistema de filtración y salida del sistema de aireación), para luego ser enviadas en laboratorio y ser evaluados. La toma de muestras al agua residual de Industrias del Shanusi S.A. se realizó pre vertimiento y post vertimiento.

Etapa preliminar:

- Recopilación de información bibliográfica secundaria.
- Análisis de la información recopilada.
- Reconocimiento y observación del área de estudio.
- Identificación y selección de materiales e instrumentos para ser utilizados en campo.

Etapa de campo:

- Construcción de los sistemas de filtración y aireación según diseño.
- Toma de muestras de las aguas residuales.
- Análisis de Laboratorio

Las muestras se enviaron al Laboratorio ANAQUIMICOS, donde se realizaron los análisis de determinación de DBO utilizando el método de ensayo EPA, method 405.1; DQO, utilizando el método de EPA, method 401.1; Sólidos suspendidos totales, utilizando el método EPA, method 150.1; pH, utilizando el método EPA, method 150.1 y la temperatura.

Etapa de gabinete:

- Procesamiento de la información generada en laboratorio.

- Interpretación de los resultados de laboratorio, a través de la comparación con los Límites Máximos Permisibles con los resultados de las muestras del agua residual de Industrias del Shanusi S.A.
- Utilización de programas de ingeniería, como AutoCad para el diseño de los sistemas de filtración y aireación; EXCEL para las hojas de cálculo utilizados para el diseño de los sistemas de filtración, así como para la contratación de la hipótesis mediante el análisis de varianza y para la creación de los histogramas para el análisis de los resultados.

3.6.2. Instrumentos de recolección de Datos

- Cámara fotográfica
- Ficha de apuntes para los muestreos.
- Frascos esterilizados.

3.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos.

- Análisis en laboratorio
 - Recolección de muestra y envío al Laboratorio ANAQUIMICOS.
 - Comparar las muestras obtenidas y analizadas, con los parámetros establecidos en los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 003-2010-MINAM.
- Cálculos matemáticos
 - Obtener el caudal de diseño para el dimensionamiento de los sistemas de filtración y aireación.
 - Dimensionamiento de los sistemas de filtración y aireación.
- Programas de ingeniería.
 - Excel 2013: Para el cálculo y dimensionamiento del sistema de filtración. Para realizar histogramas y gráficas de los resultados.
 - AutoCAD: Para el diseño de los sistemas de filtración y aireación.
 - Hoja de cálculo del ANVA para contrastar la hipótesis.

CAPITULO IV: RESULTADOS.

4. D

4.1. Resultado N° 01: Del primer objetivo específico: Diseñar un sistema de filtración y aireación.

DIMENSIONAMIENTO

SISTEMA DE FILTRACION

- **Caudal de Diseño:**

$$Qd = 0,0072 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Velocidad Ascensional de lavado:**

$$Va = 0,60 \text{ m/min}$$

- **Área de cada Filtro:**

$$Af = \frac{Qd * 60}{va} = \frac{0,0072 * 60}{0,60} = 0,72 \text{ m}^2$$

- **Velocidad de Filtración Promedio, según TABLA N° 01**

$$Vf: 250 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

- **Área Total de Filtros:**

$$At = \frac{Qd * 86400}{vf} = \frac{0,0072 * 86400}{250} = 2,488 \text{ m}^2$$

- **Número de Filtro(N)**

$$N = \frac{At}{Af} = \frac{2,488}{0,72} = 3,4; \text{ redondeando} = 3$$

Por lo tanto, las medidas de los filtros serán:

$$A = (\pi d^2)/4$$

$$2,88/\pi = d^2$$

Diámetro=0.957 m

Altura=0,90 m (según TABLA N° 02)

Para la adecuación de los filtros se usó Tanques **ETERNIT**, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 4: Selección del tanque para los filtros

TANQUE ETERNIT		
CAPACIDAD (L)	DIÁMETRO (m)	ALTURA (m)
350	0.716	1.052
600	0.969	1.11
1100	1.08	1.42
2500	1.52	1.62

Fuente: Página Web de ETERNIT.

Interpretación:

Según la Tabla 4, se opta por elegir el tanque con capacidad de 600 Lt., ya que es la que mejor se adecúa a las medidas de nuestro filtro diseñado, tomando en cuenta el diámetro del filtro que se calculó.

SISTEMA DE AIREACION

Para el diseño del sistema de aireación, se utilizó el mismo tamaño del tanque que el de la filtración, se consideró la base teórica, los cuales se detallan a continuación:

Demanda de Oxígeno = 5m³/hora

Demanda Energética =220kwa

Tamaño de burbuja =32 μm

Compresor de Aire:

Capacidad máxima =12 BAR (180 psi)

4.2. Resultado N° 02: Del segundo objetivo específico: Determinar los parámetros físicos y químicos antes y después de los procesos implementados y compararlos con los LMP.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles, establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAN

Se aplicaron los procesos y se analizó en el laboratorio, para determinar los parámetros de Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, pH y Temperatura.

PRIMER ANÁLISIS

Este análisis se realizó en el primer mes después de implementar los procesos.

Se prepararon 3 muestras de 500 ml. cada una, en cada uno de los puntos de muestreo, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5: Resultados del muestreo No. 01

PARÁMETRO S	UNID	PUNTOS DE MUESTREO		
		SALIDA DEL DECANter	SALIDA DEL SIST. DE FILTRACIÓN	SALIDA DEL SIST. DE AIREACIÓN
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1800,00	252,00	187,00
DBO ₅	mg/L	3650,00	360,00	89,00
DQO	mg/L	4700,00	420,00	120,00
pH	-	6,50	7,30	7,10
Temperatura	°C	23	22,7	22,3

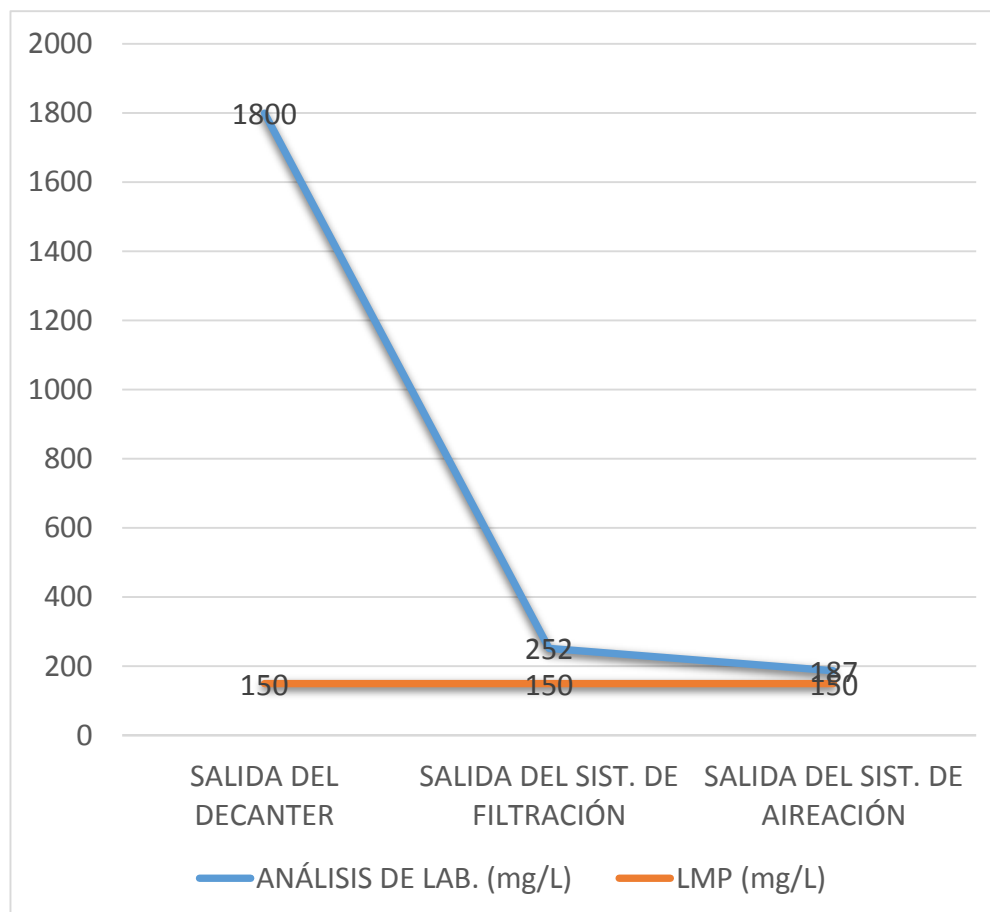
Fuente: Resultados de análisis de Laboratorio.

Interpretación:

- Los sólidos Suspendidos Sale del Decanter con una concentración de 1800 mg/L, y, a la salida del sistema de aireación, con una concentración de 187 mg/L, el cual representa una reducción significativa en la carga contaminante.
- La Demanda Bioquímica de Oxígeno sale del Decanter con una carga contaminante de 3560 mg/L y al salir de los procesos implementados con 89 mg/L.
- La Demanda Química de Oxígeno, a la salida del Decanter, muestra una concentración de 4700 mg/L, y a la salida del sistema de aireación, muestra una concentración de 120 mg/L.
- El pH sale del Decanter con una concentración de 6.50 y a la salida de los procesos implementados, muestra una concentración de 7,10.
- Temperatura entra a los sistemas con 23°C y al salir de estos con 22,3°C.

Gráfico 01:

Concentración de los Sólidos Suspendidos Totales en el primer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

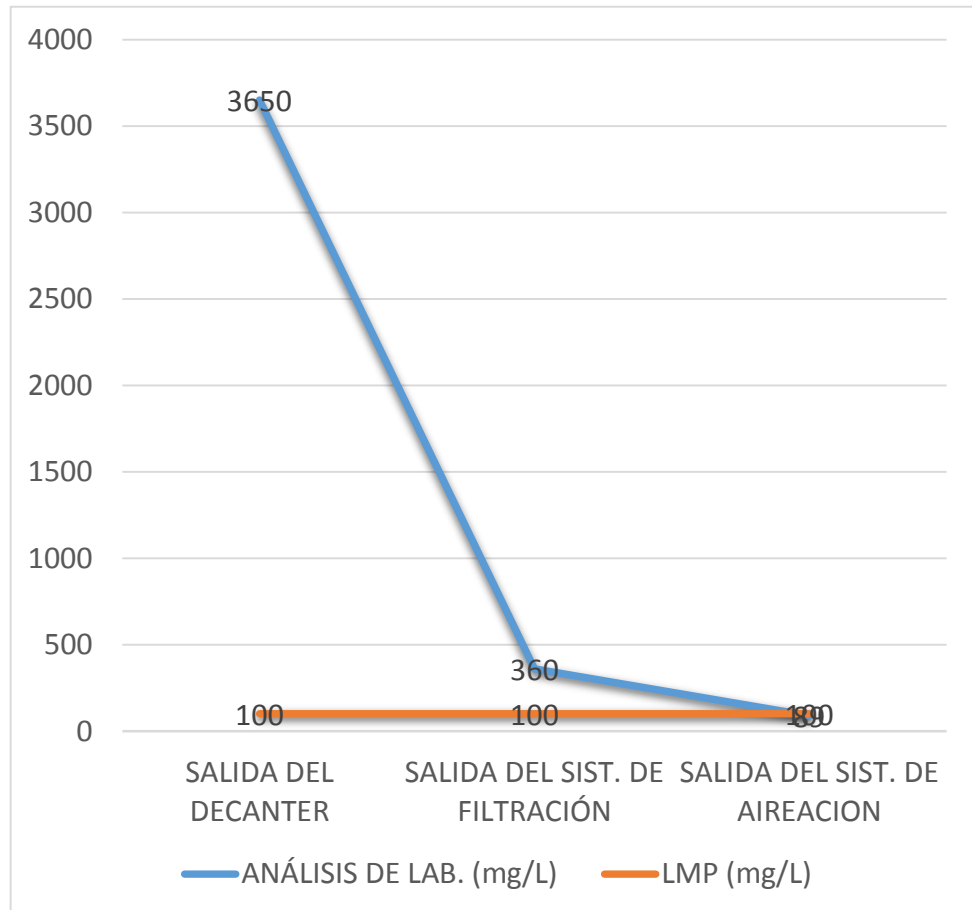


Fuente: Tabla 5.

Interpretación:

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración a la salida del decanter es de 1800 mg/L, y al salir de los dos procesos implementados (filtración y aireación) se redujo considerablemente a 187 mg/L; sin embargo, no fue suficiente para estar por debajo de los LMP que es de 150 mg/L.

Gráfico 02:
Concentración del DBO₅ en el primer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

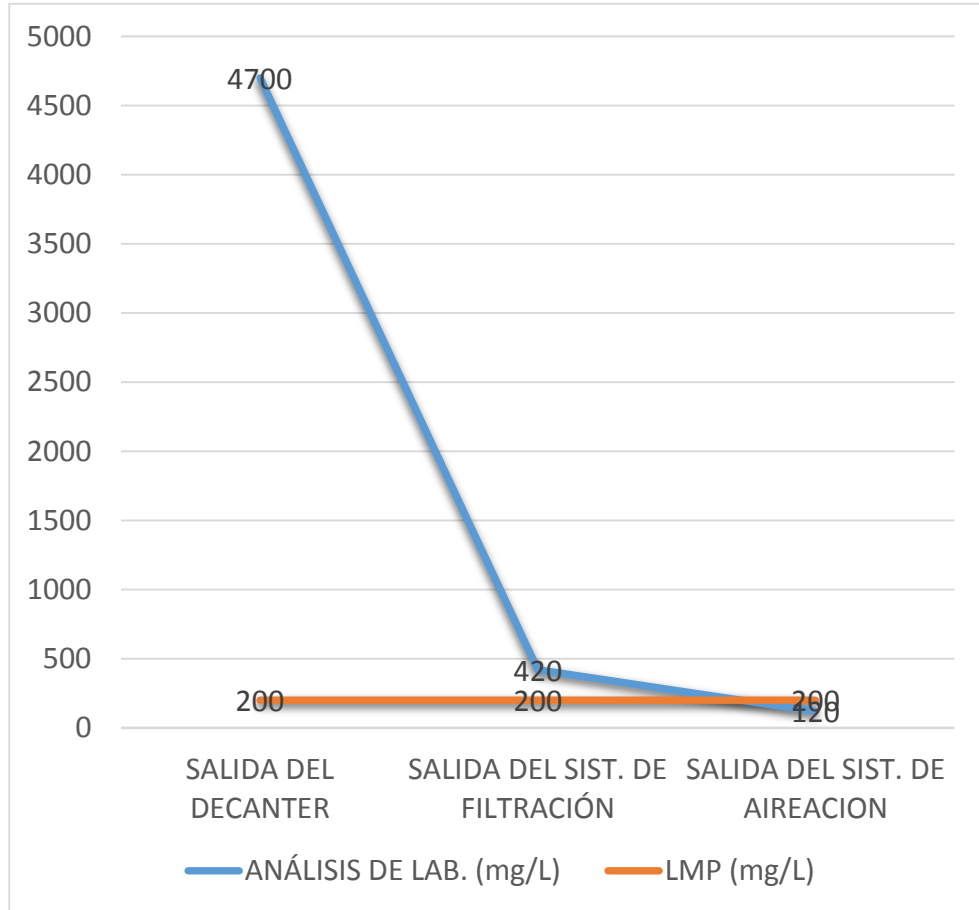


Fuente: Tabla 5.

Interpretación:

El gráfico anterior se muestra que la concentración a la salida del decanter es de 3650 mg/L, al salir del sistema de filtración es de 360 mg/L y al salir del sistema de aireación es de 89 mg/L; se recalca la reducción considerable de la concentración, a tal punto que se encuentra por debajo de los LMP que es de 100 mg/L.

Gráfico 03:
Concentración del DQO en el primer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

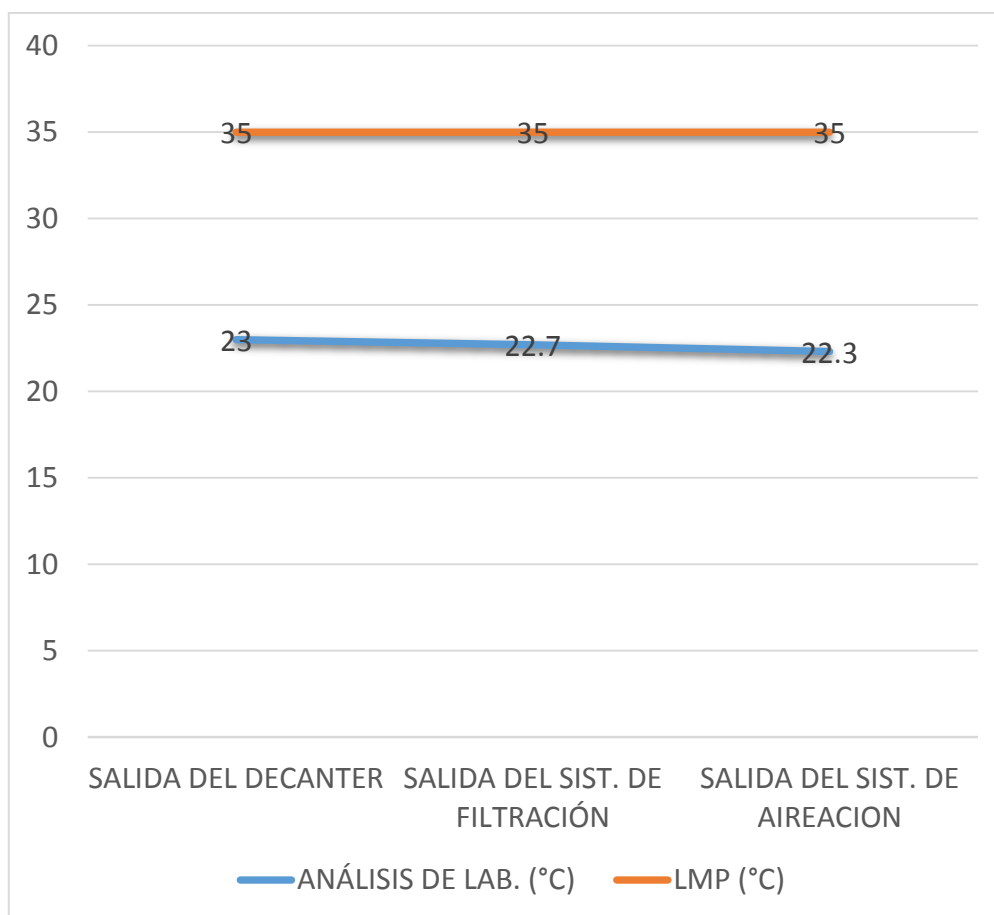


Fuente: Tabla 5.

Interpretación:

Del gráfico anterior que la concentración a la salida del decanter es de 4700 mg/L, al salir del sistema de filtración es de 420 mg/L y al salir del sistema de aireación es de 120 mg/L; se recalca la reducción considerable de la concentración, a tal punto que se encuentra por debajo de los LMP que es de 200 mg/L.

Gráfico 04:
Concentración de la Temperatura en el primer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

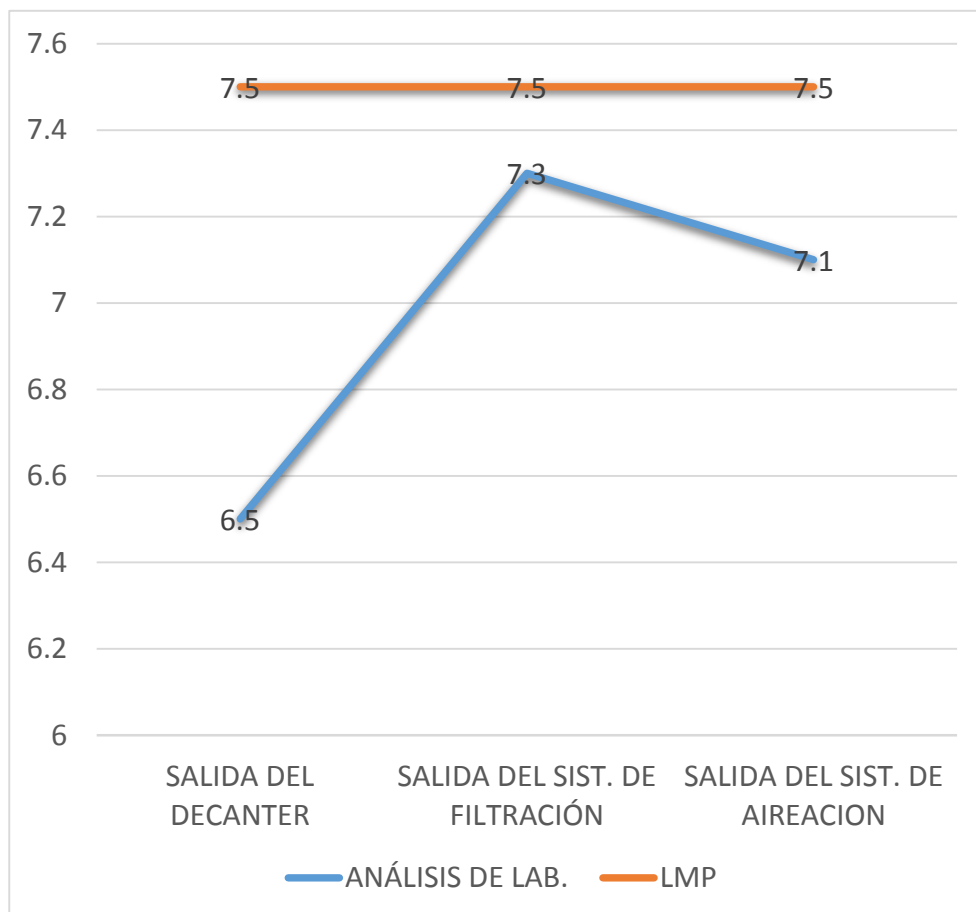


Fuente: Tabla 5.

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que los datos obtenidos en campo, desde la salida del Decanter hasta la salida del sistema de aireación se encuentran por debajo de los LMP.

Gráfico 05:
Concentración del pH en el primer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.



Fuente: Tabla 5.

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que los datos obtenidos en campo de pH, desde la salida del Decanter hasta la salida del sistema de aireación se encuentran por debajo de los LMP.

SEGUNDO ANÁLISIS

Este análisis se realizó en el cuarto mes después de implementar los procesos.

Se prepararon 3 muestras de 500 ml. cada una, en cada uno de los puntos de muestreo, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6: Resultados del muestreo No. 02

PARÁMETRO	UNID	PUNTOS DE MUESTREO		
		SALIDA DEL DECANTER	SALIDA DEL SIST. DE FILTRACIÓN	SALIDA DEL SIST. DE AIREACIÓN
SST	mg/L	870,00	208,00	97,00
DBO ₅	mg/L	958,00	200,00	50,00
DQO	mg/L	1587,00	856,00	108,00
pH	-	6,60	6,70	6,82
Temperatura	°C	24,00	25,00	25,00

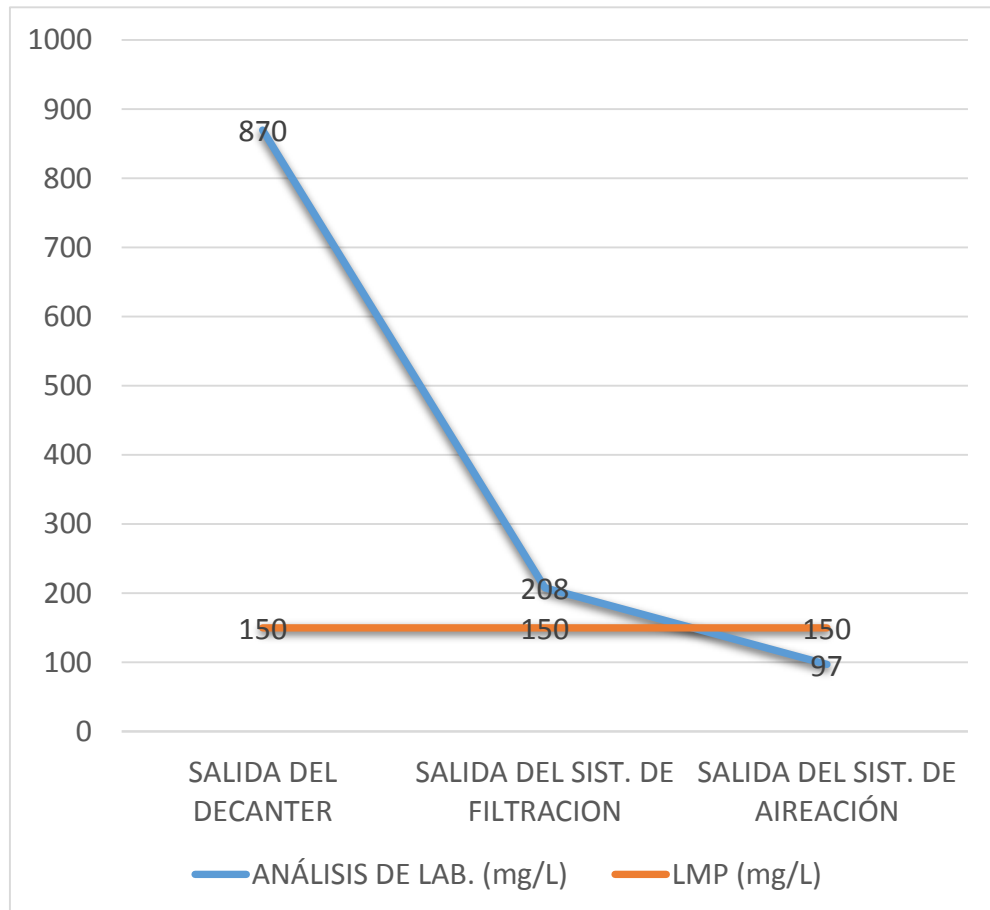
Fuente: Resultados del análisis de Laboratorio.

Interpretación:

- Los sólidos Suspendidos salen del Decanter con una concentración de 870 mg/L, y a la salida del sistema de aireación con una concentración de 50 mg/L, el cual representa una reducción significativa en la carga contaminante.
- La Demanda Bioquímica de Oxígeno sale del Decanter con una carga contaminante de 958 mg/L y al salir de los procesos implementados con 50 mg/L.
- La Demanda Química de Oxígeno, a la salida del Decanter, muestra una concentración de 1587 mg/L, y a la salida del sistema de aireación muestra una concentración de 108 mg/L.
- El pH sale del Decanter con una concentración de 6,60 y a la salida de los procesos implementados muestra una concentración de 6,82.
- La Temperatura entra a los sistemas con 24°C y al salir de estos con 25°C, el cual muestra una variación de 1°C.

Gráfico 06:

Concentración de los Sólidos Suspendedos Totales en el segundo análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

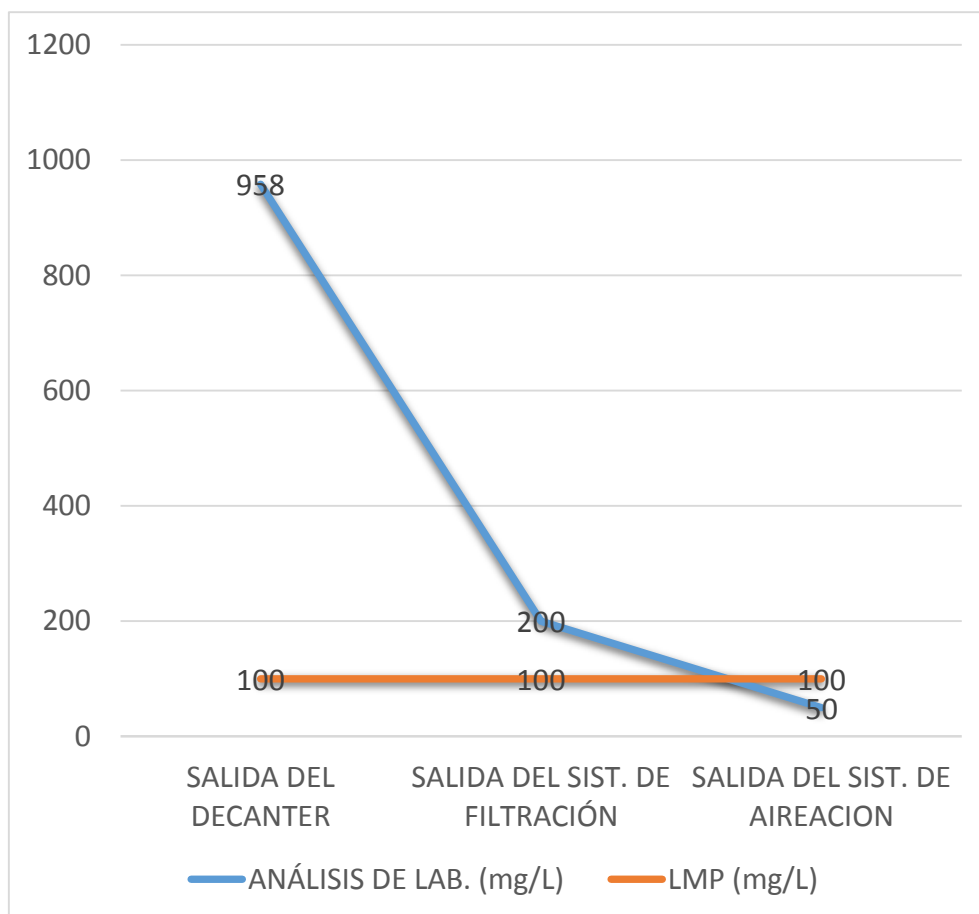


Fuente: Tabla 6

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que, a la salida del decanter, la concentración es de 870 mg/L, a la salida del sistema de filtración es de 208 mg/L y a la salida del sistema de aireación es de 97 mg/L, obteniéndose un resultado por debajo de los LMP que es de 150 mg/L.

Gráfico 07:
Concentración del DBO₅ en el segundo análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

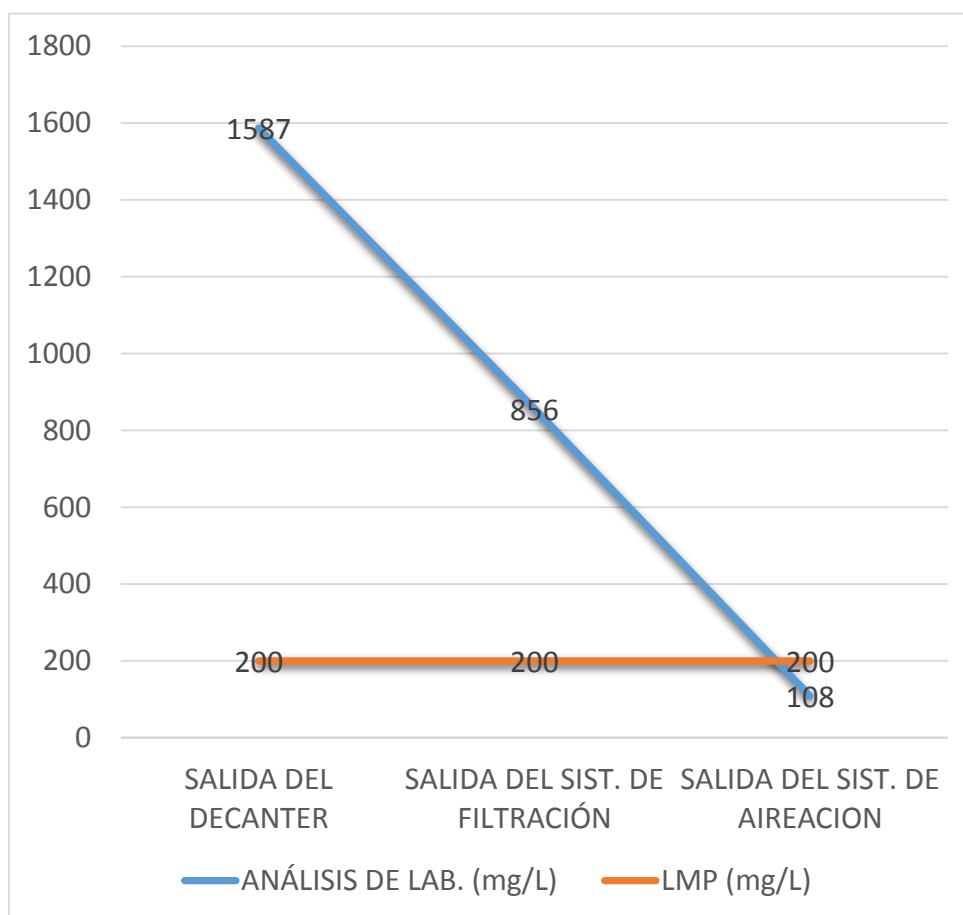


Fuente: Tabla 6.

Interpretación:

El gráfico anterior se muestra que la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno a la salida del decanter es de 958 mg/L, al salir del sistema de filtración es de 200 mg/L y al salir del sistema de aireación es de 50 mg/L; se recalca la reducción considerable de la concentración, a tal punto que se encuentra por debajo de los LMP que es de 100 mg/L.

Gráfico 08:
Concentración del DBO en el segundo análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

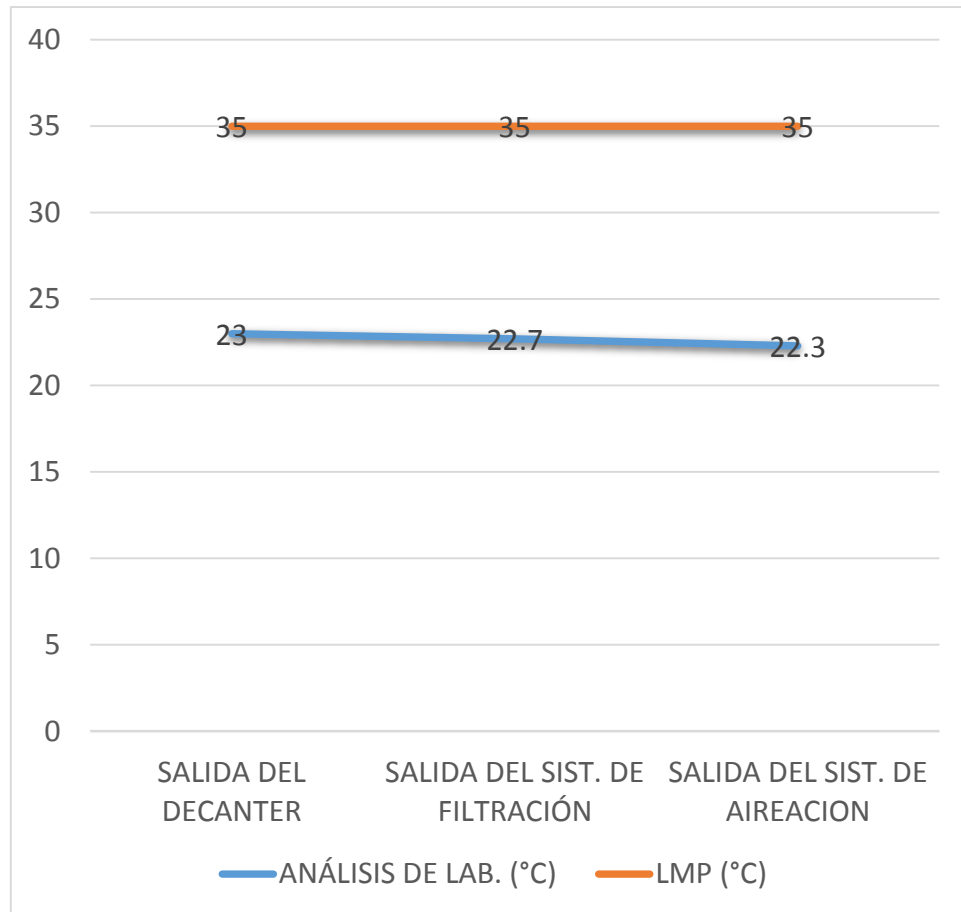


Fuente: Tabla 6.

Interpretación:

Del gráfico anterior que la concentración a la salida del decanter es de 1587 mg/L, al salir del sistema de filtración es de 856 mg/L y al salir del sistema de aireación es de 108 mg/L; se recalca la reducción considerable de la concentración, a tal punto que se encuentra por debajo de los LMP que es de 200 mg/L.

Gráfico 09:
Concentración de la Temperatura en el segundo análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

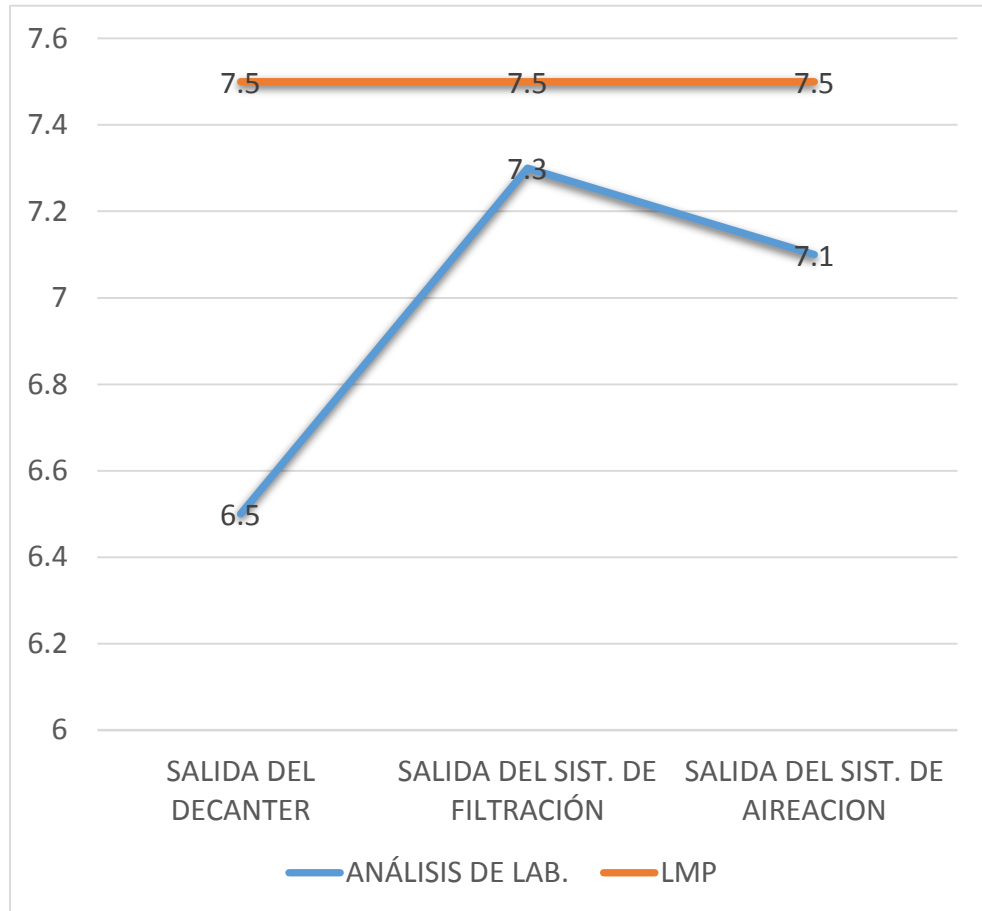


Fuente: Tabla 6.

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que los datos obtenidos en campo, desde la salida del Decanter hasta la salida del sistema de aireación se encuentran por debajo de los LMP.

Gráfico 10:
Concentración del pH en el segundo análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.



Fuente: Tabla 6.

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que los datos obtenidos en campo, desde la salida del Decanter hasta la salida del sistema de aireación se encuentran por debajo de los LMP.

TERCER ANÁLISIS

Este análisis se realizó en el séptimo mes después de implementar los procesos.

Se prepararon 3 muestras de 500 ml. cada uno, en cada punto de muestreo, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7: Resultados del muestreo No. 03

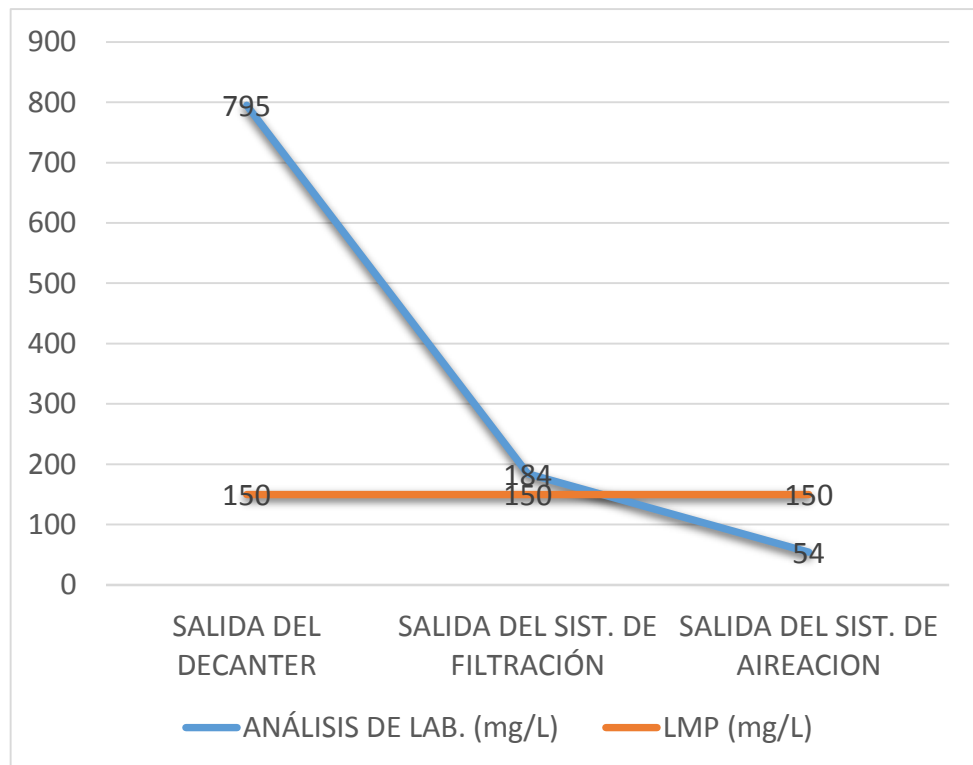
PARÁMETRO	UNID	PUNTOS DE MUESTREO		
		SALIDA DEL DECANTER	SALIDA DEL SIST. DE FILTRACIÓN	SALIDA DEL SIST. DE AIREACIÓN
SST	mg/L	795,00	184,00	54,00
DBO ₅	mg/L	984,00	190,00	89,00
DQO	mg/L	1 741,00	410	158,00
pH	-	6,60	7,18	7,21
Temperatura	°C	26,00	26,00	26,00

Fuente: Resultados del análisis de Laboratorio.

Interpretación:

- Los sólidos Suspendidos Sale del Decanter con una concentración de 795 mg/L, y a la salida del sistema de aireación con una concentración de 89 mg/L, el cual representa una reducción significativa en la carga contaminante.
- La Demanda Bioquímica de Oxígeno sale del Decanter con una carga contaminante de 984 mg/L y al salir de los procesos implementados con 89 mg/L.
- La Demanda Química de Oxígeno, a la salida del Decanter, muestra una concentración de 1741 mg/L, y a la salida del sistema de aireación muestra una concentración de 158 mg/L.
- El pH sale del Decanter con una concentración de 6,60 y a la salida de los procesos implementados muestra una concentración de 7,21 mostrando un aumento.
- La Temperatura entra a los sistemas con 26°C y al salir de los sistemas se mantiene en 26°C.

Gráfico 11:
Concentración de los Solidos Suspendidos Totales en el tercer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

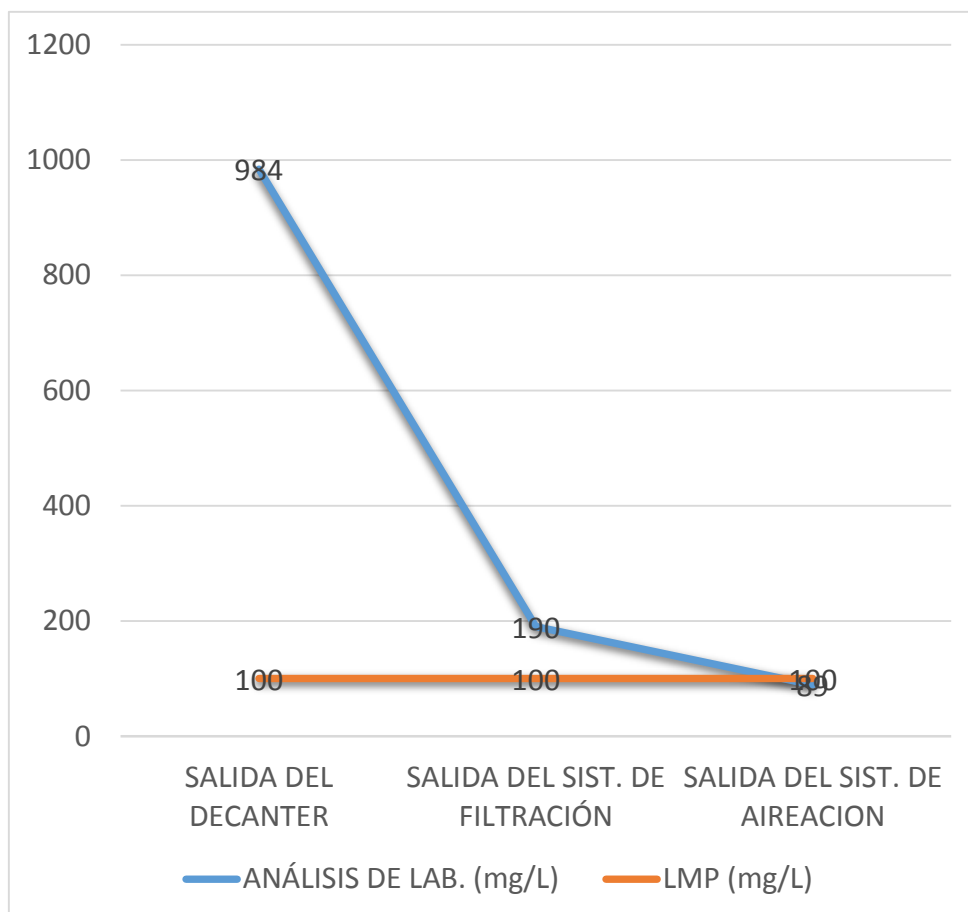


Fuente: Tabla 7.

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que a la salida del decanter la concentración es de 795 mg/L, a la salida del sistema de filtración es de 184 mg/L y a la salida del sistema de aireación es de 54 mg/L, obteniéndose un resultado por debajo de los LMP.

Gráfico 12:
Concentración del DBO₅ en el tercer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

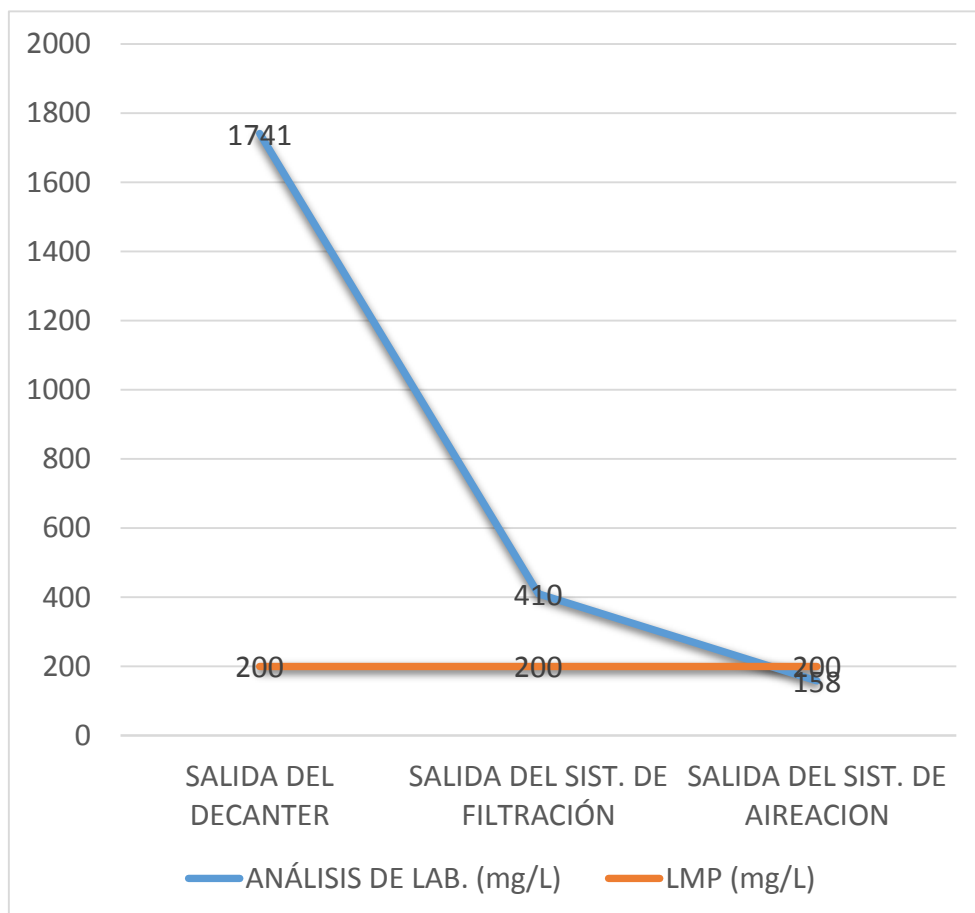


Fuente: Tabla 7.

Interpretación:

Del gráfico anterior se observa que la concentración a la salida del decanter es de 984 mg/L, al salir del sistema de filtración es de 190 mg/L y al salir del sistema de aireación es de 89 mg/L; se recalca la reducción considerable de la concentración, a tal punto que se encuentra por debajo de los LMP que es de 100 mg/L.

Gráfico 13:
Concentración del DQO en el tercer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

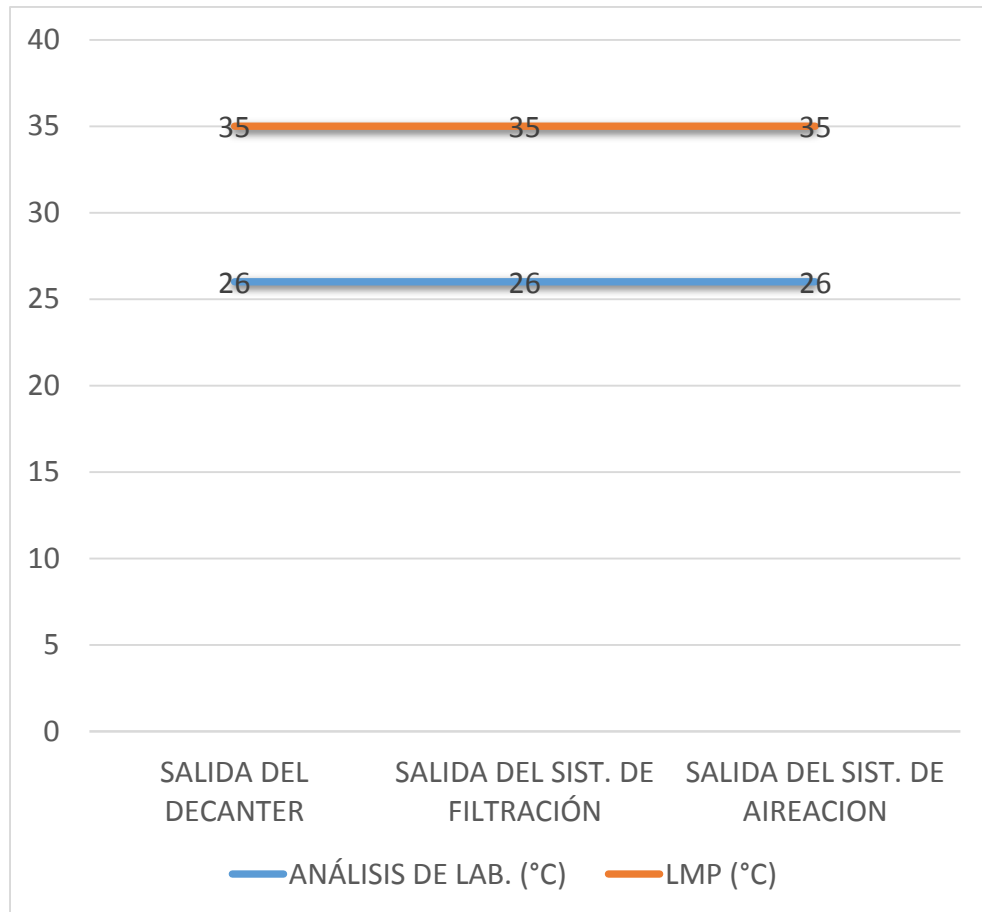


Fuente: Tabla 7.

Interpretación:

Del gráfico anterior se observa que la concentración a la salida del decanter es de 1741 mg/L, al salir del sistema de filtración es de 410 mg/L y al salir del sistema de aireación es de 158 mg/L; se recalca la reducción considerable de la concentración, a tal punto que se encuentra por debajo de los LMP que es de 200 mg/L.

Gráfico 14:
Concentración de la temperatura en el tercer análisis y comparación con el D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

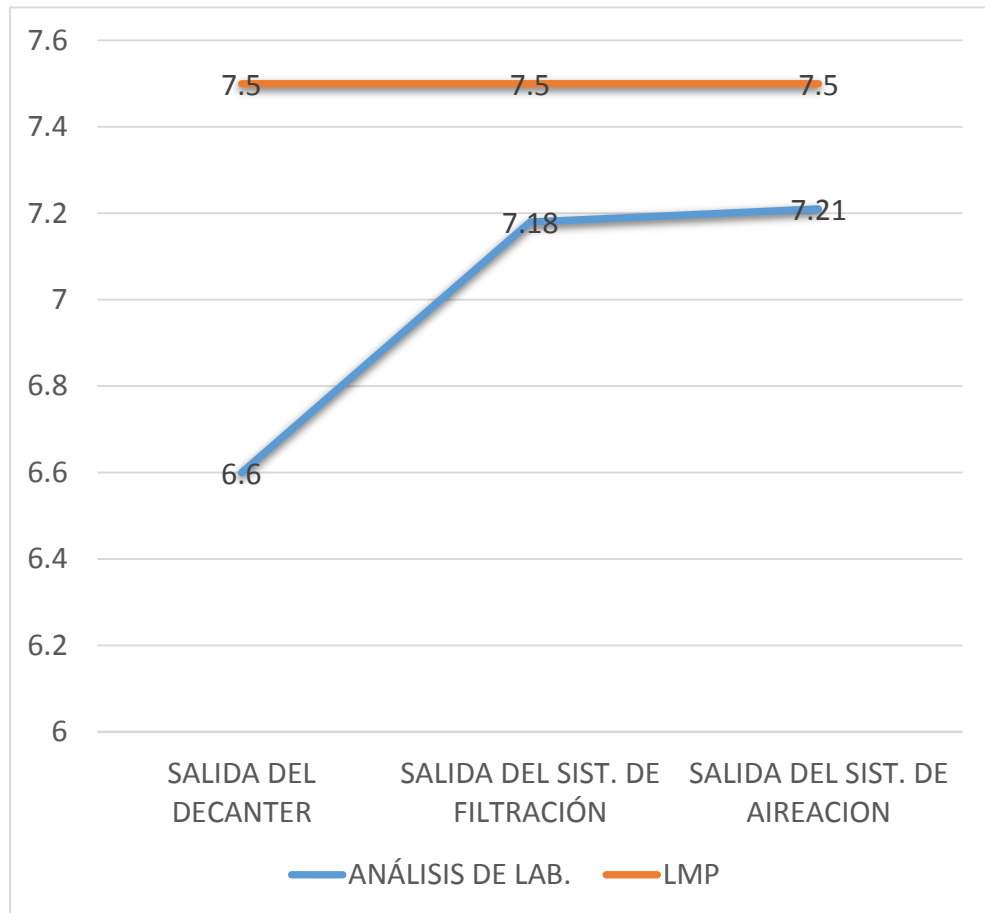


Fuente: Tabla 7.

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que los datos obtenidos en campo de la temperatura, desde la salida del Decanter hasta la salida del sistema de aireación se mantiene en 26°C, estando por debajo de los LMP.

Gráfico 15:
Concentración del pH en el tercer análisis y comparación con el
D.S. N°003 -MINAM: Límites máximos permisibles para los
efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales
domésticas o municipales.



Fuente: Tabla 7.

Interpretación:

Del gráfico se puede observar, que los datos obtenidos en campo de pH, desde la salida del Decanter hasta la salida del sistema de aireación, se encuentran por debajo de los LMP.

Tabla 8: Promedio de los Resultados a la salida del Decanter

PARÁMETROS	RESULTADOS			PROMEDIO
	1° ANÁLISIS	2° ANÁLISIS	3° ANÁLISIS	
SST	1800,00	870,00	795,00	1155,00
DBO ₅	3650,00	958,00	984,00	1864,00
DQO	4700,00	1587,00	1741,00	2676,00
pH	6,50	6,60	6,60	6,57
Temperatura	23,00	24,00	26,00	24,33

Fuente: Resultados del análisis de Laboratorio.

Interpretación:

Según los análisis promedios a la salida del decanter, se muestra:

- Los sólidos suspendidos totales tienen una carga contaminante de 1155 mg/L, estando muy por encima de los LMP.
- La demanda Bioquímica de Oxígeno muestra una concentración de 1864 mg/L, el cual determina un exceso respecto a los LMP.
- La demanda química de oxígeno, se observa un resultado promedio en este punto de muestreo de 2676 mg/L, determinando que no se encuentra dentro de los LMP.
- El pH es un parámetro que en este punto ya está dentro de los LMP, al igual que la temperatura.

Tabla 9: Promedio de los resultados a la salida del Sistema de Filtración

PARÁMETROS	RESULTADOS			PROMEDIO
	1° ANÁLISIS	2° ANÁLISIS	3° ANÁLISIS	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	252,00	208,00	184,00	214,67
DBO ₅ (mg/L)	360,00	200,00	190,00	250,00
DQO (mg/L)	420,00	856,00	410	562,00
pH	7,30	6,70	7,18	7,06
Temperatura (°C)	22,7	25,00	26,00	24,57

Fuente: Resultados del análisis de Laboratorio.

Interpretación:

Según los análisis promedios a la salida del sistema de filtración, se muestra:

- Los sólidos suspendidos totales tienen una carga contaminante de 214.67 mg/L, estando en este punto dentro de los LMP.
- La demanda Bioquímica de Oxígeno muestra una concentración de 250 mg/L, el cual determina que se encuentra dentro de los LMP.
- En la demanda química de oxígeno, se observa un resultado promedio en este punto de muestreo de 567 mg/L, determinando que aún no se encuentra dentro de los LMP.
- El pH muestra un aumento con respecto a la salida del decanter.
- La temperatura con respecto a la salida del decanter muestra una variación de 0.24°C.

Tabla 10: Promedio de los resultados a la salida del sistema de aireación.

PARÁMETROS	RESULTADOS			PROMEDIO
	1° ANÁLISIS	2° ANÁLISIS	3° ANÁLISIS	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	187,00	97,00	54,00	112,67
DBO ₅ (mg/L)	89,00	50,00	89,00	76,00
DQO (mg/L)	120,00	108,00	158,00	128,67
pH	7.10	6,82	7,21	7,04
Temperatura (°C)	22,3	25,00	26,00	24,43

Fuente: Resultados del análisis de Laboratorio.

Interpretación:

Según los análisis promedios a la salida del sistema de filtración, se muestra:

- Los sólidos suspendidos totales tienen una carga contaminante de 112.67 mg/L, mostrando la optimización del sistema, ya que se encuentra por debajo de los LMP.
- La demanda Bioquímica de Oxígeno muestra una concentración promedio de 76 mg/L, el cual determina que es muy por debajo de los LMP.

- En la demanda química de oxígeno se observa un resultado promedio en este punto de muestreo de 128.67 mg/L, determinando que en este punto de muestreo, ya se encuentra por debajo de los LMP.
- El pH, muestra que se encuentra dentro del rango de los LMP que es de 6.5-8.5.
- La temperatura se encuentra dentro del rango de los LMP, que establece <35°C.

Tabla 11: Promedio de los resultados a la entrada y salida de los sistemas implementados

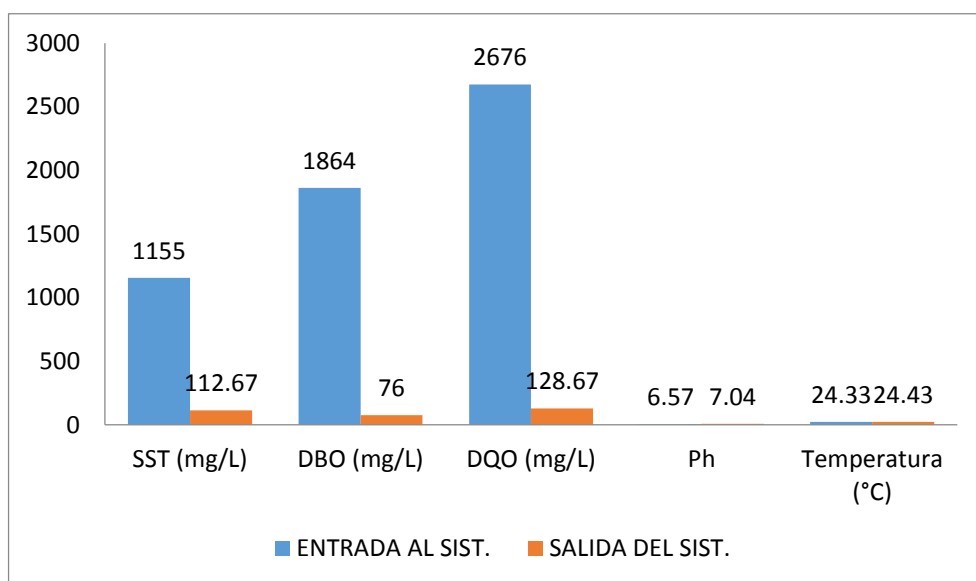
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	
		ENTRADA AL SISTEMA	SALIDA DEL SISTEMA
SST	mg/L	1155.00	112.67
DBO ₅	mg/L	1864	76
DQO	mg/L	2676	128.67
pH	-	6.57	7.04
Temperatura	°C	24.33	24.43

Fuente: Datos obtenidos de los Resultados. Elaboración propia.

Interpretación:

Como se muestra en la TABLA 11, todos los parámetros analizados están por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 003-2016-MINAM.

Gráfico 16:
Comparativo de los resultados a la entrada y salida de los sistemas implementados



Fuente: Tabla 11

Interpretación:

En el gráfico 19 se puede apreciar cada uno de los valores de los parámetros evaluados, las barras con mayor magnitud corresponden a los valores de los parámetros antes de aplicar el tratamiento, y las de menor magnitud son de los valores después de concluir el tratamiento.

4.3. Resultado N° 03: Del tercer objetivo específico: Determinar la eficiencia de los sistemas de filtración y aireación.

Para determinar la eficiencia de los sistemas implementados, se llegó a calcular el porcentaje de remoción de cada uno de los parámetros analizados, mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{(S_x - S)}{S_x} \times 100$$

Donde: E= Eficiencia de Remoción de los sistemas.

Sx= Carga contaminante a la entrada del sistema

S= Carga contaminante a la salida del sistema.

Tabla 12: Porcentaje de reducción de la carga contaminante

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS		%
		ENTRADA AL SISTEMA	SALIDA DEL SISTEMA	
SST	mg/L	1155,00	112,67	90,24
DBO	mg/L	1864	76	95,92
DQO	mg/L	2676	128.67	95,19
pH	-	6.57	7.04	7,15
Temperatura	°C	24.33	24.43	0,41

Fuente: Datos obtenidos de los resultados. Elaboración propia.

Interpretación:

Como se puede apreciar en la tabla N° 12 hubo una reducción muy significativa de la carga contaminante de las aguas residuales industriales: SST= 90.24%, DBO= 95.92%, DQO= 95.19%, pH= 7.15% y Temperatura= 0.41%. El cual determina la eficiencia de los sistemas implementados.

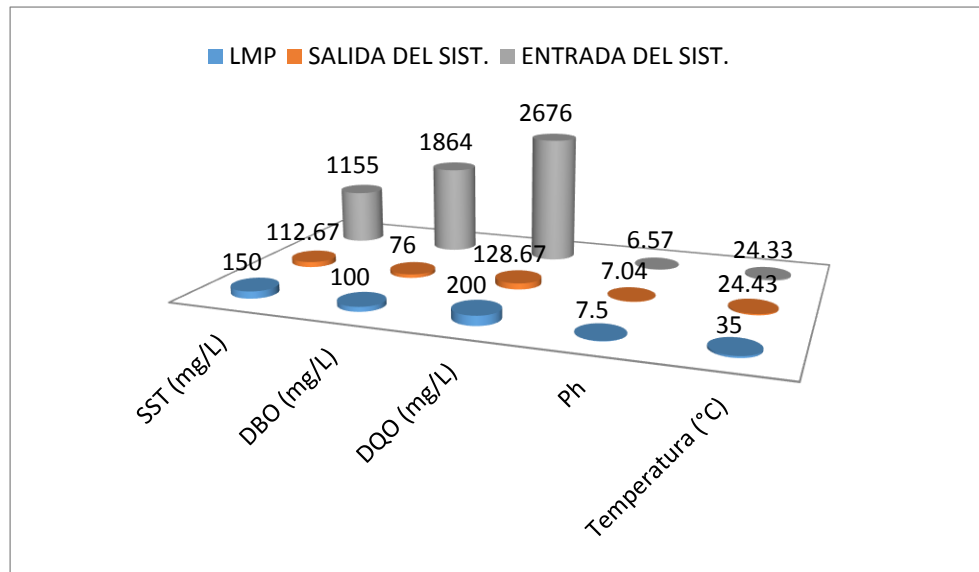
4.4. Resultado N° 04: Del objetivo general: Aplicar un sistema de filtración y aireación a escala, a partir del efluente del decanter para el mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de Industrias del Shanusi S.A., Yurimaguas 2015.

Tabla 13: comparativo con los Límites Máximos Permisibles del D.S. 003-2010-MINAM

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS		LMP
		ENTRADA AL SISTEMA	SALIDA DEL SISTEMA	
SST	Mg/L	1155,00	112,67	150
DBO	Mg/L	1864	76	100
DQO	Mg/L	2676	128.67	200
pH	-	6.57	7.04	6.5-8.5
Temperatura	°C	24,33	24,43	<35

Fuente: Datos obtenidos de los resultados. Elaboración Propia.

**Gráfico 17:
Comparativo con los Límites Máximos Permisibles del D.S. 003-2010 MINAM.**



Fuente: Tabla N° 13

INTERPRETACIÓN:

Del gráfico se puede observar, que al implementar los sistemas de filtración y aireación, se mejora el STAR de Industrias de Shanusi, ya que los parámetros analizados se encuentran por debajo de los LMP; por lo que nuestra hipótesis de trabajo es aceptada.

4.5. Prueba estadística para contrastar la hipótesis.

Para determinar la eficiencia de los sistemas de filtración y aireación como tratamiento del STAR de industrias del Shanusi S.A., se procedió mediante el Análisis de Varianza con 95% de confianza, probándose lo siguiente:

Tabla 13: Datos usados para el análisis de varianza

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	
		ENTRADA AL SISTEMA	SALIDA DEL SISTEMA
SST	mg/L	1155,00	112,67
DBO ₅	mg/L	1864	76
DQO	mg/L	2676	128,67
pH	-	6,57	7,04
Temperatura	°C	24,33	24,43

Tabla 14: Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Entrada al Sistema	5	5725,9	1145,18	1353236,48795
Salida del Sistema	5	348,8	69,762	2834,80027

Tabla 15: Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Entre Grupos	2891309.68681	1	2891309.68681	7,2642	0,0727918	5,317655
Dentro de los grupos	5424285.15288	8	678035.64411			
total	8315594.83969	9				

Como se observa en la Tabla 15, $F > F_{\text{crítico}}$ por lo tanto se acepta H_1 , es decir, mediante la aplicación de un sistema de filtración y aireación a escala, a partir del efluente del decanter mejora el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de las industrias de Shanusi S.A, Yurimaguas 2015.

4.6. **Discusión de resultados.**

Gómez Astrith (2008), menciona que las características del agua residual provenientes de una Industria Aceitera, contienen alta carga contaminante de Sólidos Suspendedos Totales, Demanda Química de Oxígeno y Demanda bioquímica de Oxígeno, que pueden variar de la producción de dicha Industria. La realización del muestreo de caracterización de la composición del agua residual industrial en Industrias de Shanusi S.A.C., respecto a los parámetros de Sólidos Suspendedos Totales, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno, se pudo constatar que estos tienen altas concentraciones de carga contaminante.

Taylor (1989), menciona que una de las preocupaciones más grandes es la descarga directa de las aguas residuales industriales sobre cuerpos de agua, dada las altas concentraciones de DBO y DQO, puede tener varios efectos directos en las plantas; con la investigación realizada se pudo determinar que el Agua residual Industrial de Industrias de Shanusi S.A.C. contiene elevadas concentraciones de DBO y DQO, que es perjudicial al momento de rehusar estas aguas para el regadío de las plantaciones; pero con los sistemas propuestos, este efluente mejora considerablemente.

Los resultados en DQO y DBO estimada mostraron una eficiencia mayor al 60%, la filtración no modifica el pH, la cual se mantuvo neutro tanto en el efluente con un promedio de 7, en SST el promedio de retención de los compuestos fue mayor al 74%. **Cisneros Elizabeth (2007)**. A diferencia de nuestra investigación mediante la aplicación de sistema de filtración y aireación, el pH varía en 0,47 desde la entrada a la salida; los SST obtuvieron un porcentaje de remoción de 90,24%, la DBO con 95,92 % y la DQO con 95,19%.

CONCLUSIONES

- Se logró diseñar los sistemas de filtración, las cuales tienen un diámetro de 0,957 m. y una altura de 0,90 m.; así mismo las dimensiones del sistema de aireación son las mismas, pero teniendo en cuenta el tamaño de las microburbujas inyectadas que es de 32 μm .
- Los análisis realizados a las muestras de agua residual, a la salida de los sistemas implementados, dieron como resultado en el primer análisis(1° mes): SST: 187 mg/L, DBO5: 89 mg/L, DQO: 120 mg/L, pH:7,10 y Temperatura: 22,3°C; al segundo mes (4° mes) dio como resultado: SST: 97 mg/L, DBO5: 50 mg/L, DQO: 108 mg/L, pH:6,82 y temperatura: 25°C ; al tercer análisis (7ª mes) dieron como resultado: SST: 54mg/L, DBO: 89 mg/L, DQO: 158 mg/L, pH: 7,21 y temperatura :26 °C.
- Una vez aplicado el sistema de filtración y aireación a las aguas residuales de Industrias del Shanusi S.A., se logró reducir de manera muy significativa la carga contaminante de dicho efluente: SST: 90,24%, DBO5: 95,92, DQO: 95,19, pH: - 7,15% y Temperatura: -0,41%, Estos resultados, a su vez, reflejan la efectividad de los diseños aplicados , tanto de los filtros de grava, arena y carbón activado, así como también para el filtro DAF, se pueden validar asimismo las guías de CEPIS y SEICO, que se tuvieron como base
- Mediante la aplicación de un sistema de filtración y aireación, se logró mejorar la eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Industrias del Shanusi S.A., el cual se ve reflejado en los análisis de los parámetros, ya que están por debajo de los LMP establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM.

RECOMENDACIONES

- Al ministerio del Ambiente, realizar una norma con respecto a las aguas residuales industriales, generados a partir de la Industria de Palma de Aceite.
- Para futuras investigaciones, experimentar estos sistemas, pero en diferentes tipos de industrias, para poder comparar los resultados.
- Estos sistemas pueden ser empleados a escala mayor, como parte del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Industrias de Shanusi S.A. e implementado un sistema de retrolavado para los sistemas de filtración y así mantener limpios los lechos de filtración.
- A la Facultad de Ecología, impulsar la investigación con respecto al tratamiento de aguas residuales industriales; ya que son muy pocas las investigaciones en esta problemática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, F (2009). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú.
- Ana. (2013), Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú
- Arboleda, J. (2000) Teoría y práctica de la purificación del agua. Cap.1-2, 3ª edición, Ed.
- Arista, Jhon (2008). Evaluación de la eficiencia de un filtro anaerobio de grava a escala piloto, análisis comparativo con un filtro anaerobio de gada-Planta de tratamiento de aguas residuales-Universidad Pontificia Bolivariana-Bucaramanga
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (2008) Tecnología Convencionales de tipos Físicoquímicos. Chile
- Cuervo. H (2011), Manual de Operación y Control de la Planta de tratamiento de las aguas de proceso de la Extractora de Aceite Shanusi, 03-08.
- Degrémont (1979) Manual técnico del agua. Cap.9 .4ª edición, Ed.Degrémont, Bilbao.
- Elizabeth Cisneros Ortiz (2007) Tesis “Filtración a nivel piloto para depurar el efluente de un reactor UASB que trata agua residual con lactosuero. México”
- Fernández Alva, A, Letón García. (2014), Tratamiento de aguas residuales industriales-Madrid
- Fernandez, A (2006), Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales
- Fernandez, A (2011), Aguas Residuales en el Perú, Problemática y Uso de la Agricultura.

- Gomez Astrith (2008) Tesis “Evaluación de un filtro anaerobio y un tanque DAF en las aguas residuales de la aceitera Gabón, Colombia”
- Industrias del shanusi (2011), Estudio de Impacto Ambiental de La planta de Procesamiento de Aceite de Palma y Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.
- Lizarazo Becerra,J, (2013), Tesis Sistemas De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales En Colombia –Colombia
- López López, J, (2012). Tesis Diseño, Construcción Y Evaluación De Un Filtro Intermitente De Arena –Guatemala
- Mara, J (1976), Problemática de las aguas residuales industriales, México.McGraw Hill,Colombia.
- Mendonca (1987), Acondicionamiento de filtros descendentes para el tratamiento de aguas residuales. Colombia.
- Metcalf y Eddy (1998) Ingeniería de aguas residuales. Cap.6, 3ª edición, Ed. McGraw
- Rossi, M (2010), Oportunidades de mejoras Ambientales por el tratamiento de Aguas residuales en el Perú.
- Sánchez, J (2015), Memoria Descriptiva del Sistema de tratamiento de efluentes industriales Indupalsa-San Martin Perú.
- Sebilla (2006), El Agua. Universidad de las Palmas. Departamento de Química.
- Taylor, G.j. (1989). Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. México: Ediciones Limusa.

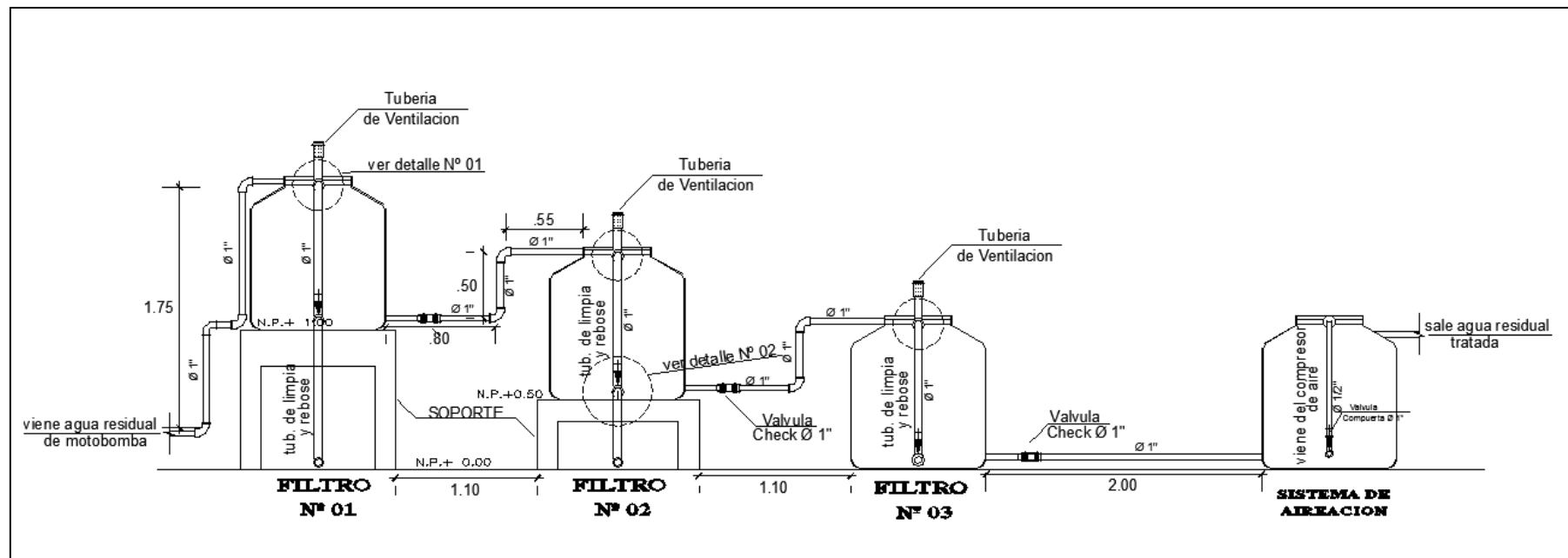
Tesacua (2015) Apuntes de Ingeniera Sanitaria. Universidad Tecnológica Nacional.
Buenos Aires. Argentina.

Weber, W. J. Jr. (1979). Control de la calidad del agua. Procesos fisicoquímicos. Caps. 2
y 3, 64-144. Ed. Reverté, S.A., Barcelona.

ANEXOS

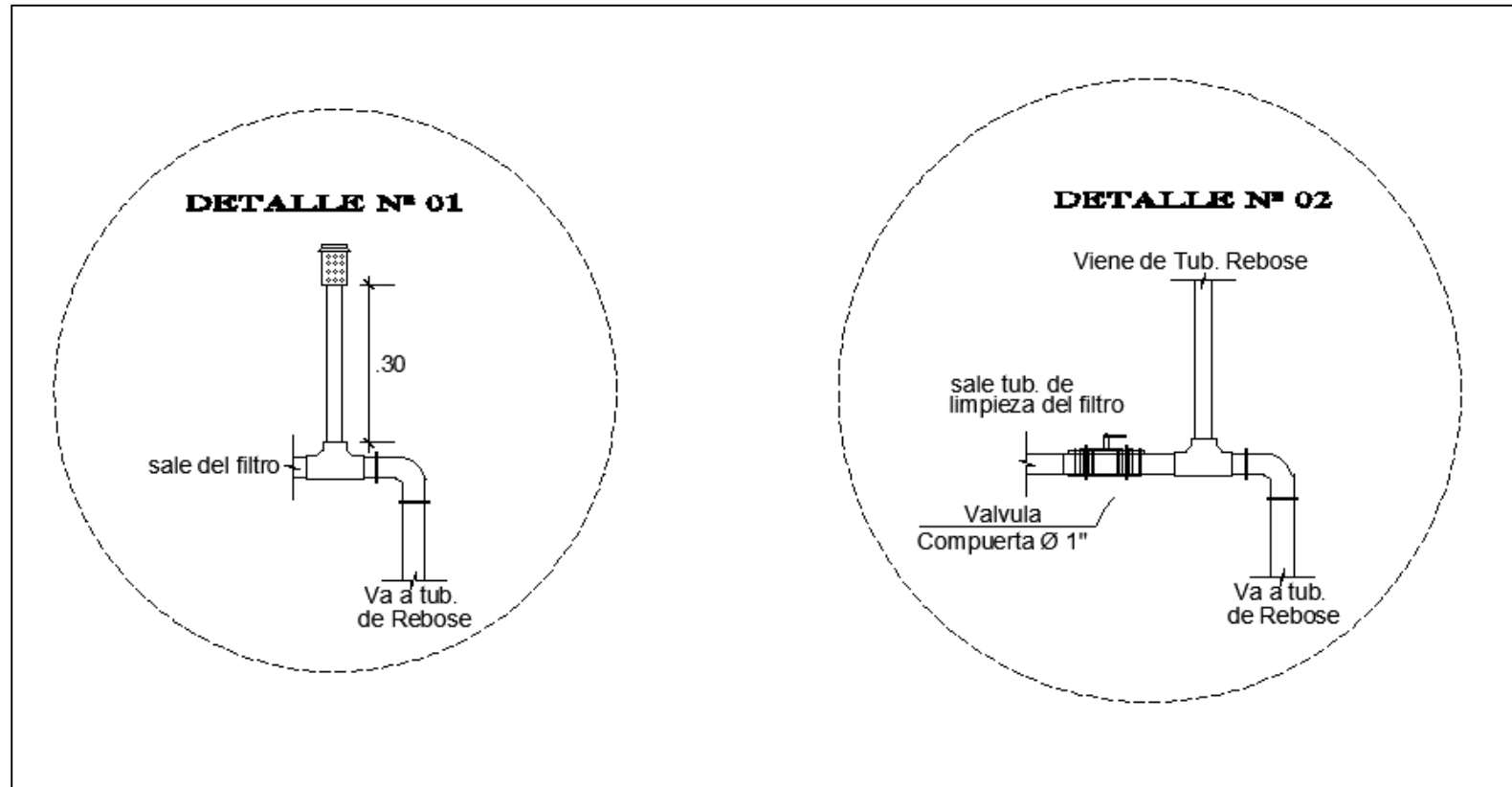
ANEXO N° 01: DISEÑO DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN Y AIREACIÓN

SISTEMA DE FILTRACIÓN Y AIREACIÓN:



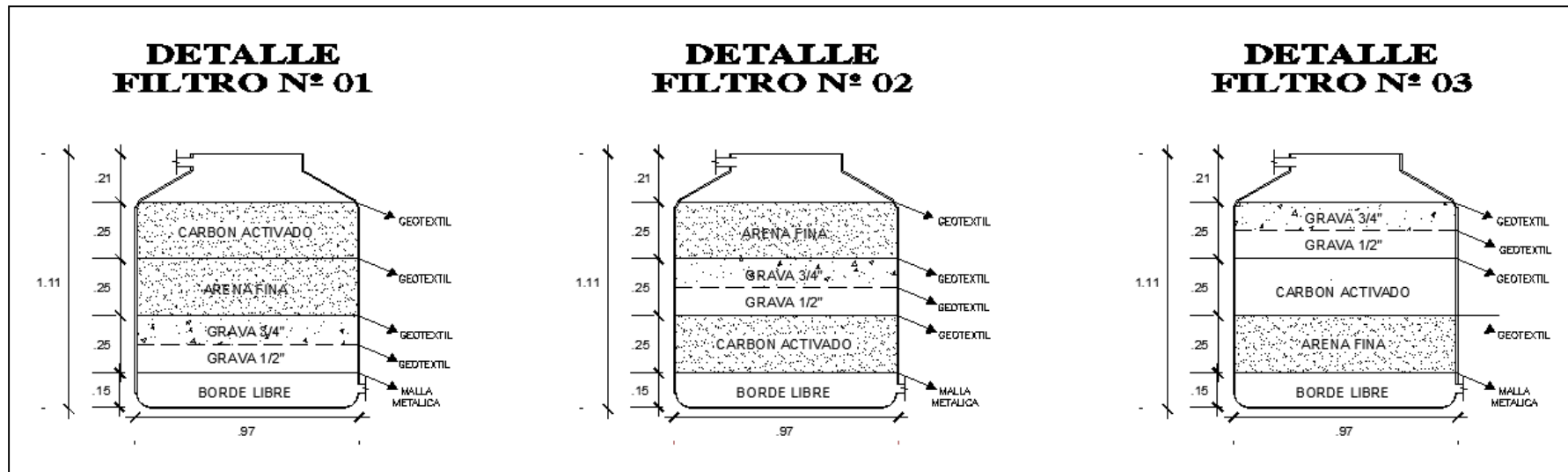
Fuente: Elaboración propia.

DETALLES



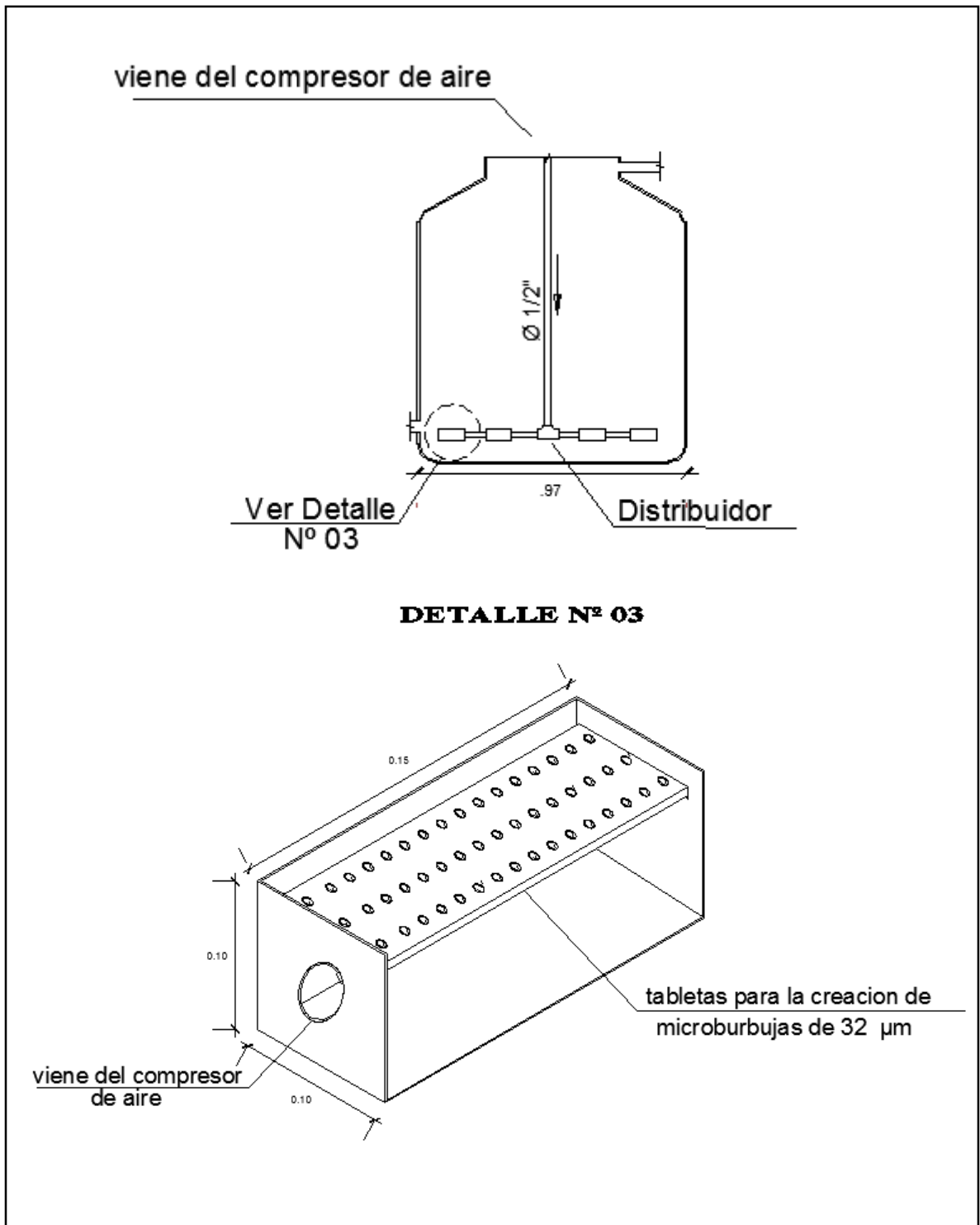
Fuente: Elaboración propia.

DETALLE DEL SISTEMA DE FILTACIÓN



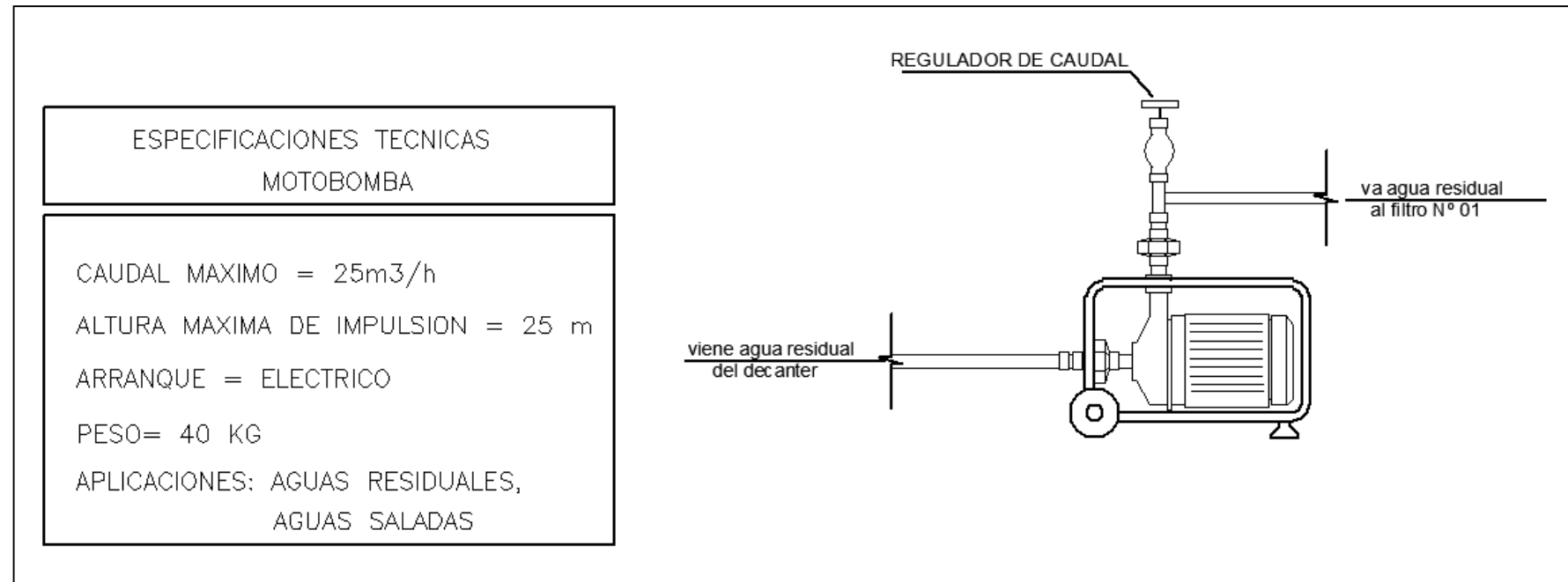
Fuente: Elaboración propia.

DETALLE DEL SISTEMA DE AIREACIÓN



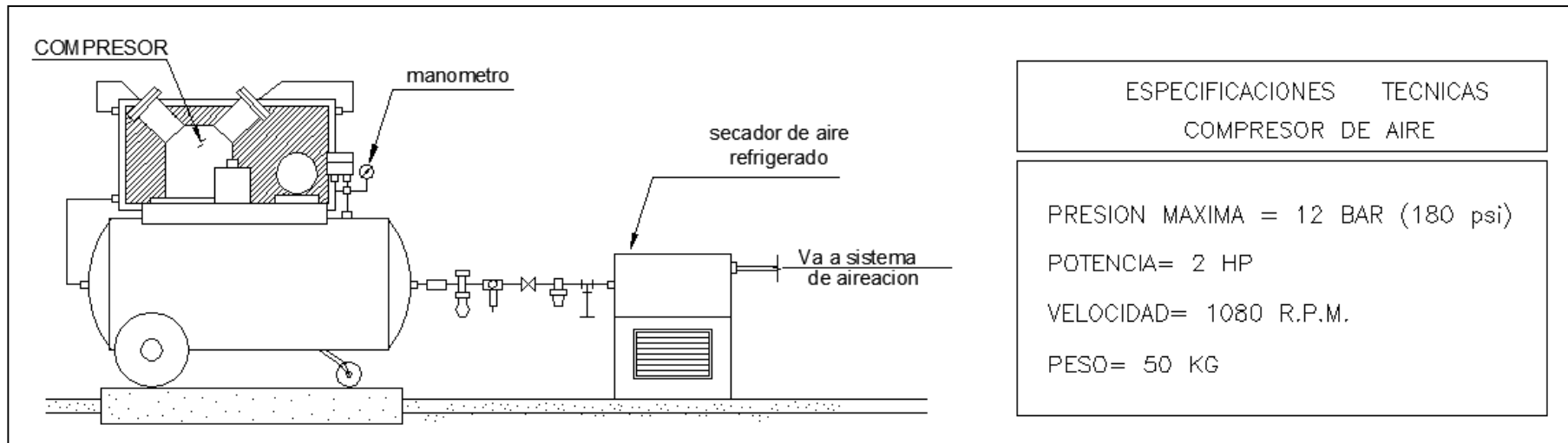
Fuente: Elaboración propia.

DETALLE DE LA MOTOBOMBA DE AGUA RESIDUAL



Fuente: Elaboración propia.

DETALLE DEL COMPRESOR DE AIRE



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 02:
PANEL FOTOGRAFICO

FOTO N° 01

Diseño a escala, según el diseño propuesto



FOTO N° 02

Compresor de Aire



Foto N° 03

Muestra a la salida del decanter



Foto N° 04

Muestra a la salida del sistema de filtración



Foto N° 05

Muestra a la salida del sistema de aireación



Foto N° 06

Toma de muestra a la salida del sistema de aireación



Foto N° 07

Acondicionamiento de las muestras para enviar a laboratorio



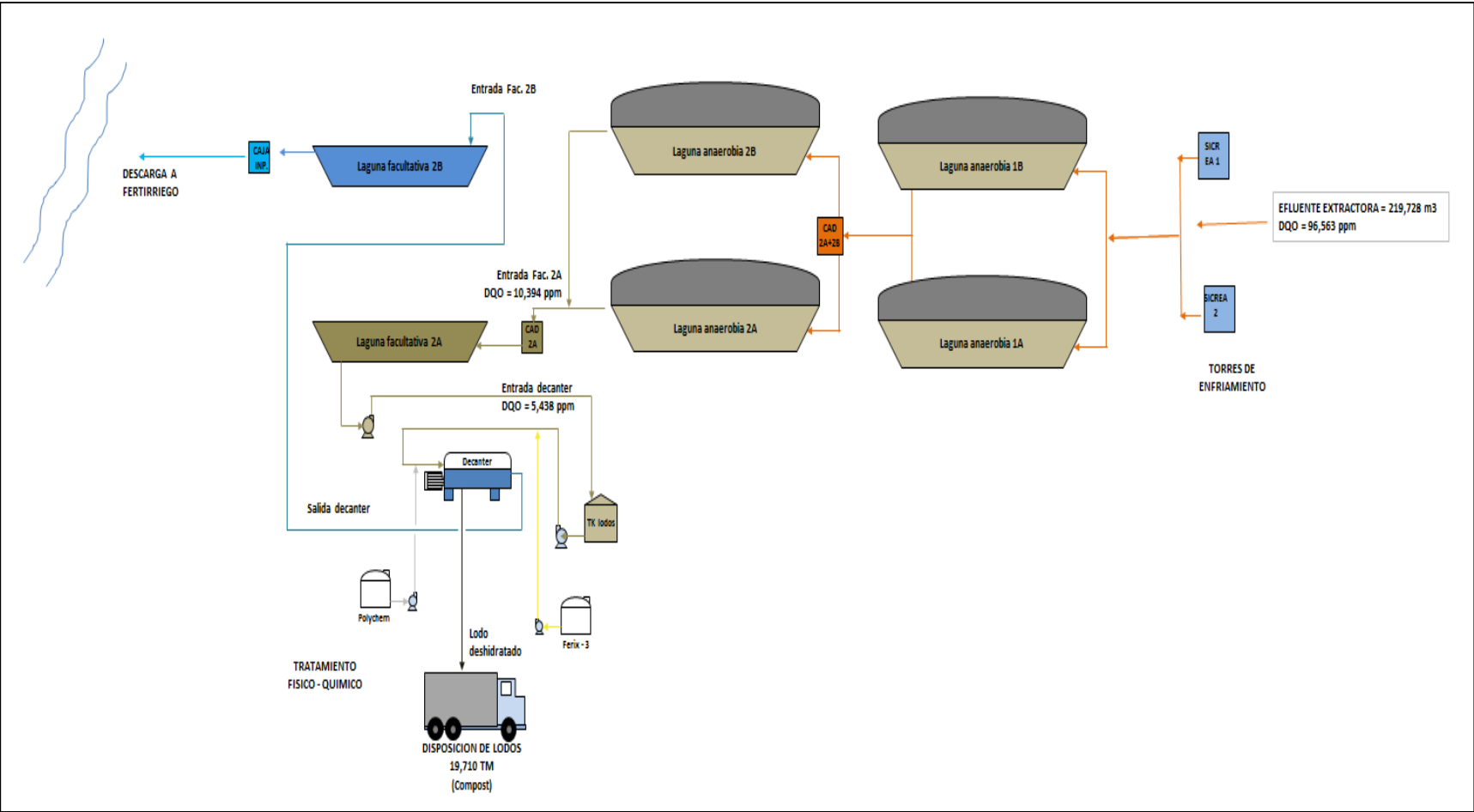
Foto N° 08

Muestras para enviar al laboratorio

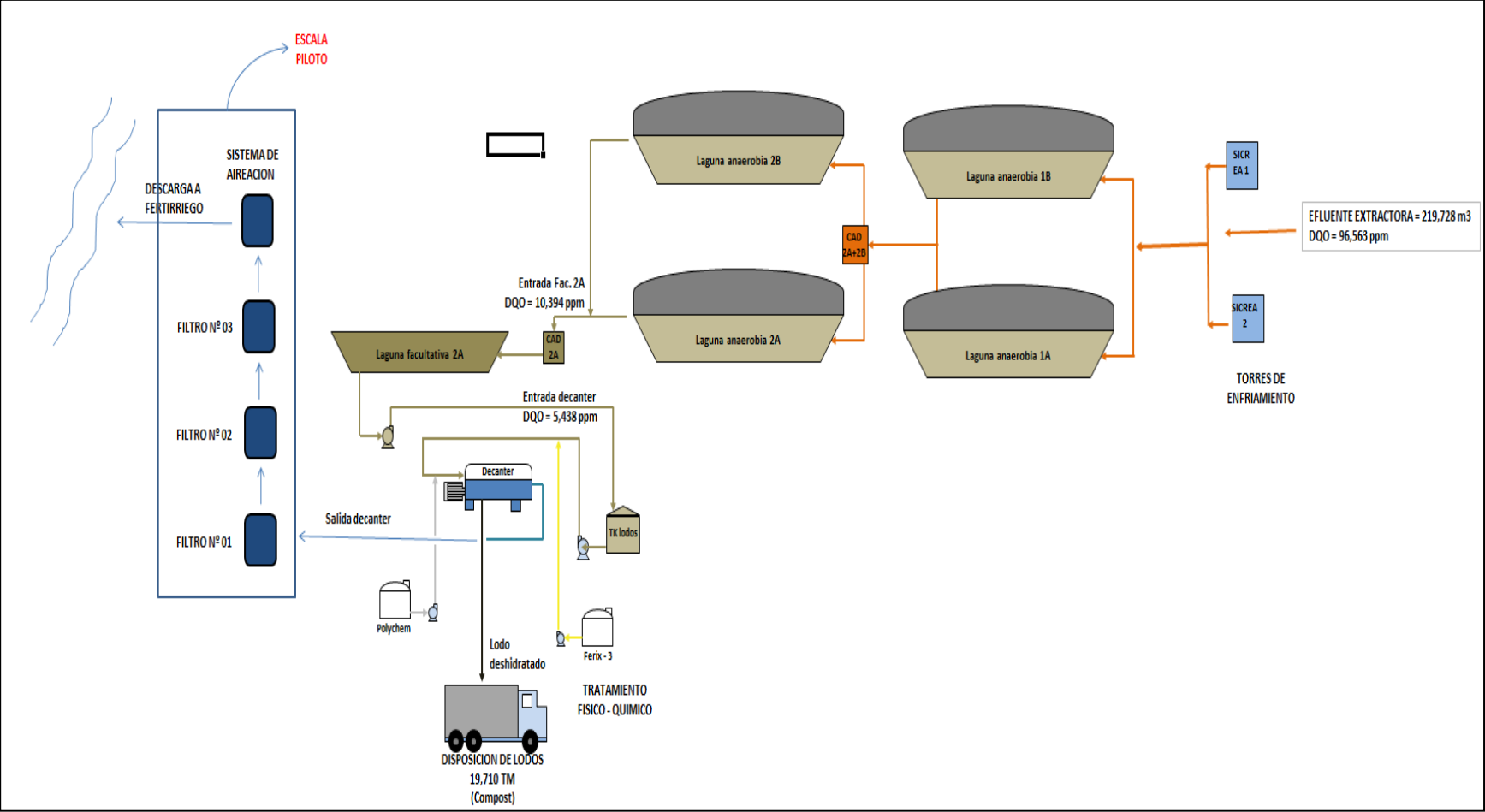


ANEXO N° 03:
DIAGRAMA DE FLUJO DE INDUSTRIAS DE
SHANUSI S.A.

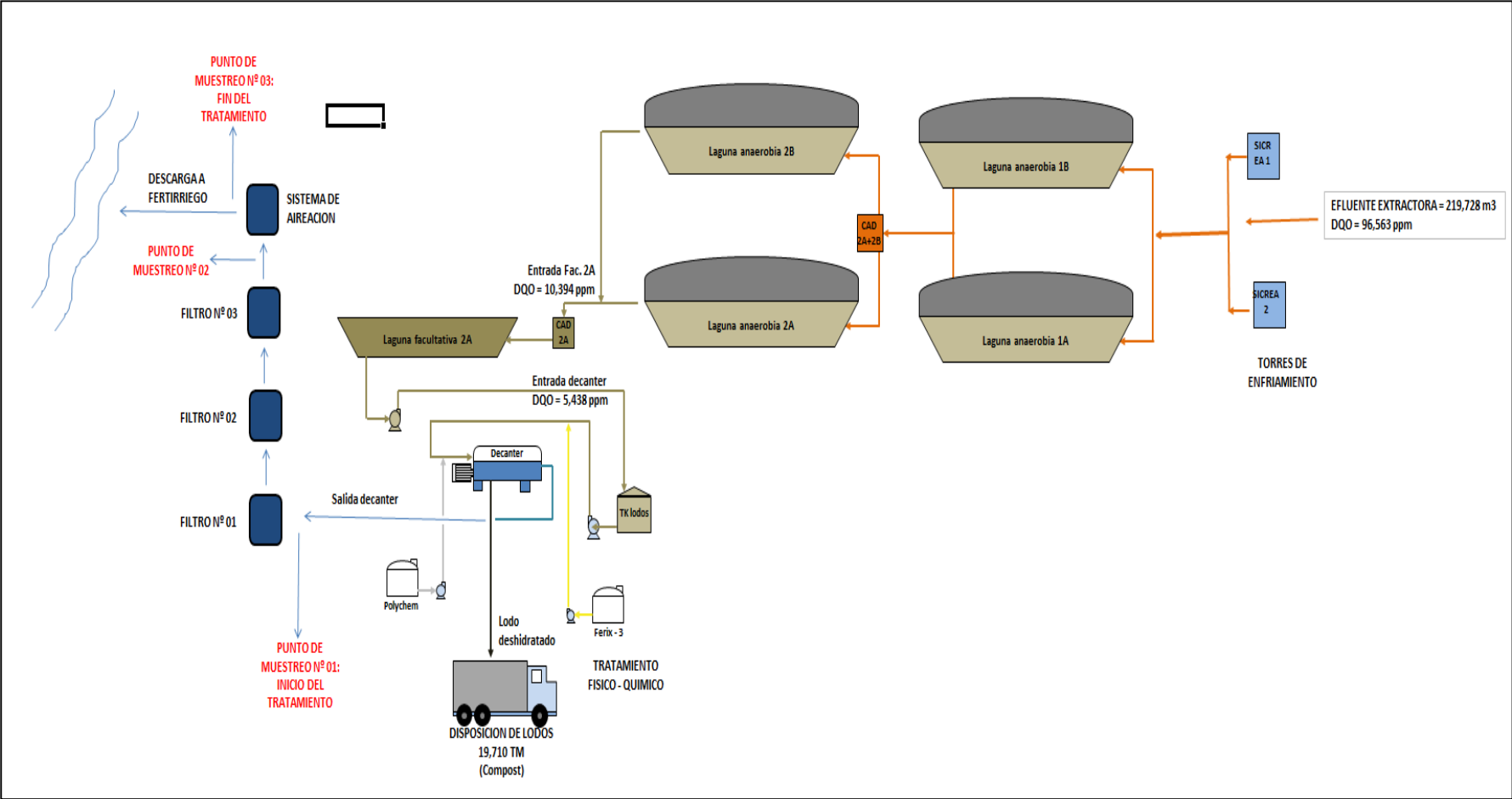
DIAGRAMA DE FLUJO DEL STAR DE INDUSTRIAS DE SHANUSI S.A.



UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS PLANTEADOS DENTRO DEL STAR DE INDUSTRIAS DE SHANUSI S.A.



UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



ANEXO N° 04:
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL
LABORATORIO

Imagen 1: Resultado del muestreo No. 1



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO


INFORME DE ENSAYO N° 158-2015-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Decanter
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2015-11-01 15:30
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2015-11-01 18:20
FECHA DE EMISIÓN : 2015-11-30

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	1800.00
02	Temperatura	°C	23.0
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	6.50
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	3650.00
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	4700.00

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP. N° 140874
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

Imagen 2: Resultado del muestreo No. 1



INFORME DE ENSAYO N° 159-2015-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Sistema de Filtración
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2015-11-01 15:30
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2015-11-01 18:20
FECHA DE EMISIÓN : 2015-11-30

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	252.0
02	Temperatura	°C	22.7
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	7.30
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	360.00
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	420.00

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

Samuel López Chávez

Ing. Samuel López Chávez

CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

Imagen 3: Resultado del muestreo No. 1




INFORME DE ENSAYO N° 160-2015-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Sistema de Aireación
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2015-11-01 15:30
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2015-11-01 18:20
FECHA DE EMISIÓN : 2015-11-30

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	187.00
02	Temperatura	°C	22.3
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	7.10
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	89.00
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	120.00

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

Imagen 4: Resultado del muestreo No. 2



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

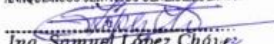
INFORME DE ENSAYO N° 014 -2016-M/ANAQUÍMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Decanter
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2016-02-18 10:30
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2016-02-18 15:40
FECHA DE EMISIÓN : 2016-02-25

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (FPA Method 150.1)	mg/L	870.0
02	Temperatura	°C	24.0
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	6.60
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	958.0
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	1587.0

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

Imagen 5: Resultado del muestreo No. 2



INFORME DE ENSAYO N° 015-2016-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREADO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Sistema de Filtración
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2016-02-18 10:40
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2016-02-18 15:40
FECHA DE EMISIÓN : 2016-02-25

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	208.0
02	Temperatura	°C	25.0
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	6.70
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	200.00
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	856.00

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

Imagen 6: Resultado del muestreo No. 2




INFORME DE ENSAYO N° 016-2016-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Sistema de Aireación
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2016-02-18 10:48
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2016-02-18 15:40
FECHA DE EMISIÓN : 2016-02-25

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	97.00
02	Temperatura	°C	25.0
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	6.82
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	50.0
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	108.00

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

Imagen 7: Resultado del muestreo No. 3



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO


INFORME DE ENSAYO N° 029-2016-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Decanter
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2016-05-20 10:00
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2016-05-20 16:08
FECHA DE EMISIÓN : 2016-05-26

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	795.00
02	Temperatura	°C	26.0
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	6.60
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	984.0
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	1741.00

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samucl2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

Imagen 8: Resultado del muestreo No. 3



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO


INFORME DE ENSAYO N° 030-2016-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE	: PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO	: Tesis
MUESTREO POR	: Cliente
TIPO DE MUESTRA	: Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: Salida del Sistema de Filtración
PROCEDENCIA	: Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO	: 2016-05-20 10:12
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO	: 2016-05-20 16:08
FECHA DE EMISIÓN	: 2016-05-26

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	184.0
02	Temperatura	°C	26.0
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	7.18
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	190
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	410.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP. N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

9: Resultado del muestreo No. 3




INFORME DE ENSAYO N° 031-2016-M/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : PALMAS DEL SHANUSI-UNSM
PROYECTO : Tesis
MUESTREO POR : Cliente
TIPO DE MUESTRA : Agua Residual Industrial
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Salida del Sistema de Aireación
PROCEDENCIA : Palmas del Shanusi
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2016-05-20 10:28
FECHA DE RECEPCIÓN/INICIO : 2016-05-20 16:08
FECHA DE EMISIÓN : 2016-05-26

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Sólidos Totales Suspendidos (EPA Method 150.1)	mg/L	54.0
02	Temperatura	°C	26.0
03	pH (EPA Method 150.1)	Potencial de Hidrógeno	7.21
04	DBO ₅ (EPA Method 405.1)	mg/L	89.00
05	DQO (EPA Method 401.1)	mg/L	158.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/samuel2504@hotmail.com
RUC: 20572240372

