



UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES AGROINDUSTRIALES EN EL FUNDO
CARMELO, PROSERLA SAC**

**PRESENTADA PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

Autor(es):

**DIAZ SANTISTEBAN JUANA ROSA BEATRIZ
RODRIGO VILLALOBOS NAYLA OLIVIA**

Asesor(a):

Mg. Betty Esperanza Flores Mino

Chiclayo – Perú

2019

Mg. Betty Esperanza Flores Mino

ASESOR

Dr. Antonio Idrogo Idrogo

PRESIDENTE

Mg. Enrique Santos Nauca Torres

SECRETARIO

Mg. Betty Esperanza Flores Mino

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios por su inmenso amor y bendición, por ser la luz y guía en mi camino.

A mis padres; Hermelinda Santisteban y Alberto Diaz por el amor, comprensión y confianza que me han brindado a lo largo de mi vida, por su apoyo para realizarme como persona y cumplir mis metas.

A mis abuelos; Rafael Santisteban, Mardoqueo Diaz y Petronila Chapoñan por su amor incondicional y apoyo en cada momento de mi vida.

A mis hermanos, Carlos y Yossetty por su cariño y confianza.

A mis tías, Amelia, Dalia, María y Mercedes Santisteban por su cariño y su apoyo para lograr mis objetivos.

Juana Rosa Beatriz

DEDICATORIA

A mi Dios por guiarme por buen camino, por darme fuerzas de seguir adelante y no rendirme, por ser guía en mi camino.

A mi amada; madre Olivia Mercedes Villalobos Ochoa, por sus consejos y su apoyo incondicional y en la parte moral y económica para poder llegar hacer un profesional de bien, y cumplir una de mis metas.

A mis hermanos; Jorge, Roció, Wilfredo, César, Sairah, por su gran amor familiar y apoyo incondicional del transcurso de mi vida.

Nayla Olivia

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios y a nuestros padres y hermanos, que siempre nos brindaron el apoyo y su confianza.

A la Ing. Betty esperanza Flores Mino, quien nos brindó asesoramiento en todo el desarrollo de esta investigación.

A nuestro compañero Hugo Campos Castro y Geiser Vásquez Lozano por apoyo desinteresado en la realización de esta investigación.

Beatriz y Nayla

Resumen

Las aguas residuales a nivel mundial han generado la contaminación del recurso hídrico, la polución del aire y la pérdida del suelo, impactando colateralmente en los ecosistemas perjudicando su cobertura vegetal y los recursos biológicos, es por ello que se realizó una propuesta de diseño de planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales para implementar el reusó de sus efluente, teniendo como principal objetico el diseño de la planta y como objetivos específicos: determinando las características químicas, físicas y microbiológicas de la calidad de agua que genera el fundo Carmelo, Proserla S.A.C., identificando mediante un ArcGIS el área donde se realizó la propuesta de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales y como último objetivo se realizó el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en el fundo Carmelo, Proserla S.A.C. referente a las características de sus efluentes, ésta investigación de naturaleza descriptiva y propositiva, teniendo como única variable el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales.

Palabras clave: Tratamiento de aguas residuales, aguas residuales agroindustriales.

Abstract

Wastewater worldwide has generated pollution of the water resource, air pollution and soil loss, collaterally impacting on ecosystems damaging their vegetation cover and biological resources, that is why a proposal was made for the design of an agroindustrial wastewater treatment plant to implement the reuse of its effluent, with the plant's main objective and specific objectives: determining the chemical, physical and microbiological characteristics of the water quality generated by the Carmelo farm, Proserla SAC, identifying through an ArcGIS the area where the design proposal for the wastewater treatment plant was made and as a final objective the design of the wastewater treatment plant was carried out in the Carmelo estate, Proserla SAC referring to the characteristics of its effluents, this research of a descriptive and purposeful nature, having as sole variable the design of the agroindustrial wastewater treatment plant.

Keywords: Wastewater treatment, agroindustrial wastewater.

Índice

Resumen	VI
Abstract	VII
Índice de tablas	IX
Índice de figuras	X
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico	2
2.1. Antecedentes bibliográficos	2
2.2. Bases teóricas	4
2.2.1. Aguas residuales.....	4
2.2.2. Efluentes de aguas residuales.	5
2.2.3. Calidad de agua.	5
2.2.4. Constituyentes del agua residual.	6
2.2.5. Características químicas orgánicas del agua residual.....	8
2.2.6. Compuestos orgánicos agregados del agua residual.....	10
2.2.7. Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales	11
2.2.8. Límites máximos permisibles (LMP).....	12
2.3. Definición de términos	12
III. Materiales y métodos.....	14
3.1. Variables y operacionalización.....	14
3.2. Tipo de estudio	16
3.3. Población y muestra en estudio	16
3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.4.3. Recolección de muestras de agua	16
3.4.4. Mapeo.....	17
3.4.5. Diseño de la planta	17
3.5. Procesamiento de datos y análisis estadístico.	17
IV. Resultados	18
V. Discusión.....	23
VI. Conclusiones	24
VII. Recomendaciones.....	25
VIII. Referencias bibliográficas	26
IX. Anexos.....	26

Índice de tablas

Tabla 1.	Los límites máximos permisibles de aguas residuales agroindustriales	21
Tabla 2.	Cuadro de variables y operacionalización de la investigación.....	25
Tabla 3.	Resultados de análisis de agua residual agroindustrial.	28
Tabla 4.	Comparación de resultados de análisis de agua residual agroindustrial, con los límites máximos permisibles.....	28

Índice de figuras

Figura 1. Toma de muestras del pozo de sedimentación.....	27
Figura 2. Frascos con las muestras realizadas.....	40
Figura 3. Mapa de ubicación del Fundo Carmelo.	41
Figura 4. Plano de tratamiento de aguas residuales agroindustriales.	42

I. Introducción

Hoy en día el inadecuado tratamiento de aguas residuales está muy presente en todas partes del mundo, convirtiéndose en uno de los problemas ambientales más graves, esto es debido a la falta de conciencia ambiental y gestión para la implementación de plantas de tratamientos de aguas residuales agroindustriales. Actualmente en el FUNDO CARMELO de La Empresa PROSERLA S.A.C., no realizan ningún tratamiento de sus aguas residuales generadas por el lavado de sus maquinarias, aplicadores de productos químicos como: fertilizantes, pesticidas y funguicidas; estos efluentes generados van directo a un pozo de sedimentación, donde no se realiza un tratamiento adecuado. Que con el pasar del tiempo puede originar daños al ambiente ya la salud. La agricultura es una actividad que hoy en día es la más desarrollada a nivel mundial y es una de las que más volúmenes de agua utiliza durante todo el proceso productivo, a consecuencia de esto se generan grandes volúmenes de aguas residuales, las cuales pueden contener sustancias orgánicas e inorgánicas y ciertos residuos líquidos de agroquímicos, debido a que en esta actividad se utilizan grandes cantidades de agroquímicos durante todo el proceso de producción de cultivos. Sin embargo, las aguas residuales generadas en esta actividad no son tratadas adecuadamente por las empresas dedicadas a este rubro generando así impactos negativos sobre el ambiente. En el FUNDO CARMELO PROSERLA no dan un tratamiento para reutilizar sus aguas residuales provenientes del lavado de sus máquinas aplicadores de pesticidas y plaguicidas. Se formuló la siguiente pregunta referente a la problemática del fundo Carmelo: ¿De qué manera una propuesta de un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales podrá minimizar la calidad del agua que genera el fundo Carmelo, PROSERLA SAC.? para poder realizar investigaciones donde promueven el adecuado tratamiento de sus aguas residuales, siendo una alternativa de reducir, los daños al medio ambiente y a la salud pública. Teniendo como objetivos específicos: (i) Determinar las características químicas, físicas y microbiológicas de la calidad de agua que genera el fundo Carmelo, Proserla S.A.C. (ii) Identificar mediante un ArcGis el área donde se realizó la propuesta de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales. (iii) Realizar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en el fundo Carmelo, Proserla S.A.C. Tuvo como justificación a la falta de conocimiento sobre los beneficios que trae la implementación de tratamiento de aguas residuales, para el medio ambiente y la sociedad, es por ello con la propuesta de un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales se podrá minimizar la calidad del agua que genera el fundo Carmelo, PROSERLA S.A.C.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes bibliográficos

2.1.1. Internacional.

Pinzón y Castañeda (2018), realizo una tesis titulada “Diseño Hidráulico del Sistema de Tratamiento para aguas residuales industriales provenientes del proceso productivo de agroquímicos de la empresa 3pl logistics solutions”. En donde se comprobó, mediante el diagnóstico Ambiental de las ARI generadas durante el proceso de maquila de agroquímicos por parte de la empresa 3PL LOGISTICS SOLUTIONS, que el vertimiento de sus aguas a la red de alcantarillado, no cumple con los parámetros establecidos por la resolución 631 del 2015, en donde sobresale el valor de DQO el cual excede lo establecido por la norma (900 mg/l) superando catorce veces lo contemplado en ella. El diseño hidráulico propuesto para el tratamiento de las ARI en 3PL LOGISTICS SOLUTIONS, tendría una eficiencia teórica del 98 % para la remoción de los contaminantes tóxicos inherentes a los agroquímicos maquilados, ya que, para la elaboración del diseño se tomaron los 6 parámetros más representativos contenidos en la norma (DQO, DBO, SST, Arsénico (As) y Mercurio (Hg)), garantizando la remoción paulatina de estos compuestos en los 8 módulos de tratamiento (preliminar, primario, secundario y avanzado), siendo el resultado de estas remociones: 32 % para Arsénico y Mercurio, 73 % para grasas y aceites, 49 % para Sólidos Suspendidos Totales y 81 % para DBO y DQO.

Cruz (2015), en su tesis de “Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento piloto para las aguas residuales provenientes de la construcción del sector inmobiliario privado”, llego a la conclusión que el tratamiento apropiado para las aguas residuales provenientes del sector inmobiliario involucra operaciones físicas y químicas y no biológicas, dada la alta presencia de carbonatos en las mismas. Esta investigación le permitió determinar un tiempo de retención máxima de 15 minutos en el sedimentador (para retirar sólidos sedimentables), una dosis optima de 1,5 g de NaCO_3/L de agua residual para el ablandamiento (tratamiento secundario), un tiempo mínimo de retención de 24 horas para permitir la sedimentación del material particulado generado en la reacción de ablandamiento y una dosis optima de 30,5 ml de ácido sulfúrico 0,5N /L de agua residual, para disminuir la alcalinidad a valores por debajo de 200 mgCaCO_3/L valor referido al agua potable. La planta piloto de tratamiento evaluada permitió una remoción del 81,15% de la DQO, el 88,29% de la alcalinidad, el 93,82% de los sólidos suspendidos, 94,00% de la turbidez, 96,77% del color, 98,20% de los sólidos totales y 99,53%

de la dureza, permitiendo cumplir con lo exigido por la normativa ambiental vigente y por la próxima a emitirse.

2.1.2. Nacional.

Pérez (2019), realizo una tesis titulada “implementación de un proceso integrado para el tratamiento de aguas residuales industriales en planta Chao – Camposol S.A.C.” donde evaluaron la cantidad de agua eliminada de los procesos industriales, seguidamente evaluaron el estado de las lagunas y su capacidad de almacenamiento de las aguas residuales. Luego de conocer la capacidad de almacenamiento implementaron sistemas físicos primarios que les permitió reducir en un 95% los sólidos orgánicos en suspensión generados de los procesos, permitiéndoles asegurar un adecuado tratamiento de las aguas residuales con la retención de la materia orgánica asegurada por los sistemas preliminares, insertaron planta acuáticas en las siguientes lagunas como parte del incremento biológico logrando estabilizar los parámetros de pH , solidos suspendidos totales, olores, color entre otros. El agua final del clarificador se direcciona a un último embalse en el cual es aplicado cloro para la desinfección total y posterior bombeo para el riego de bosques. Se concluye que la implementación de un proceso integrado reduce de manera significativa los residuos industriales de las aguas residuales de la planta agroindustrial CAMPOSOL S.A.

Hidalgo (2018), realizó una tesis titulada “propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash” con el propósito de realizar el procedimiento de tratar el agua residual emitida del Barrio el Milagro, evitando la contaminación ambiental, hídrica y poder reducir enfermedades gastrointestinales a la población. La presente investigación se desarrolló en el Barrio el Milagro del distrito de independencia Huaraz, siendo una investigación no experimental descriptiva puesto que no se manipulo la variable ni se modificó los resultados, para lo que fue necesario realizar la recolección de datos mediante protocolos que se indican en la SUNASS, el reglamento nacional de edificaciones dentro de ellas es la OS.90 permitiendo anotar y describir los resultados. Finalmente se analizaron los resultados y se determinó que si es posible realizar un diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

2.1.3. Nivel local.

Soriano (2015), realizó un “Diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales de una recicladora de tanques” donde esta empresa en su proceso lava tanques con residuos de goma, y genera agua residual. Realizaron análisis en laboratorio de sus aguas residuales para obtener las cantidades de químico para la remoción de carga contaminante, usando ecuaciones experimentales determinaron el diseño de equipos necesarios para tratar el agua residual. Los equipos de diseño son: un tanque de neutralización, un reactor de mezcla, tanque de sedimentación, un filtro de arena y un lecho de secado; se realizaron las pruebas de caracterización fisicoquímicas de la planta alcanzando sus análisis, los valores esperados, lo que les permitió el cumplimiento legal que era el objetivo planteado en su investigación.

Pérez y Sernaque (2016), realizó un “diseño de planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de la ciudad de Chiclayo por medio de lodos activados a través de aireación extendida”, El diseño se basa en los valores promedio de los principales parámetros físicos, químicos y biológicos monitoreados de enero a diciembre del 2015, obtenidos de los registros de análisis de aguas residuales urbanas de la Entidad Prestadora de Servicio de Saneamiento de Lambayeque (EPSEL). Como parámetro de agua producida se tomó la calidad del agua para riego de cultivos de tallo largo o chico. Para solucionar el problema de reúso de los efluentes, el tratamiento de lodos activados de las ARU tendrá un pre tratamiento, un sistema de aireación, sedimentación, y disposición de lodos. La primera etapa tendrá una unidad de desbaste, desarenador, trampa de grasa o desengrasador y un medidor de caudal, la segunda etapa encontramos la aireación que se realiza dentro del “Reactor Biológico”

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas residuales.

Según, **Vásquez (2014)**, Toda la comunidad genera residuos, tanto líquidos como sólidos. La fracción líquida (agua residual) está constituida, esencialmente, por el agua de abastecimiento, después de haber sido contaminada por los diversos usos a que ha sido sometida. Desde el punto de vista de su origen, las aguas residuales pueden definirse como una combinación de los desechos líquidos procedentes de viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan agregarse a las anteriores. Los factores que contribuyen a la contaminación del agua se enlistan a continuación:

- Aumento de la población.
- Diversidad y complejidad de procesos industriales.
- Producción de satisfactores y elementos de consumo en gran escala.

- Desecho de excretas a ríos, lagunas, esteros y litorales.

Algunos de los objetivos principales de la utilización de sistemas pequeños para el tratamiento de aguas residuales, como el que se pretende llevar a cabo dentro de la universidad, son:

- Proteger la salud pública.
- Proteger de la degradación o de la contaminación al ambiente receptor.
- Reducir los costos de tratamiento mediante la retención de aguas solidos cerca de su punto de descarga para su reutilización.

2.2.2. Efluentes de aguas residuales.

El drenaje sanitario es el abastecimiento de agua desechada por la comunidad, el drenaje domestico es el agua residual procedente de cocinas, baños, lavados, sanitarios y lavanderías. A las materias minerales orgánicas originalmente contenidas en el agua suministra a la comunidad, se agrega un conjunto de materias fecales, papel, jabón, suciedad, restos de alimentos (basura) y otras sustancias. Con el paso del tiempo el color cambia gradualmente de gris a negro, desarrollándose un olor desagradable. Gran parte de la materia residual es orgánica y útil para los microorganismos saprofitos, es decir, organismos de la descomposición. Nos afirma, (Vásquez, 2014).

Las aguas residuales industriales varían en su composición de acuerdo con los procesos industriales a los que son sometidas. Algunas son aguas de enjuague relativamente limpias, otras se encuentran fuertemente cargadas de materia orgánica o mineral, o con sustancias corrosivas, venenosas, inflamables o explosivas. Las aguas residuales agrícolas son generadas por la producción agrícola y agropecuaria, la cual incluye desechos animales y vegetales. Por último, es importante mencionar también el agua de lluvia que al precipitarse en sus distintas formas arrastra materia orgánica y química a los sistemas de drenaje (Vásquez, 2014).

2.2.3. Calidad de agua.

Vásquez (2014) nos dice que el agua potable es la que se puede beber sin peligro, de sabor agradable y útil para los usos domésticos. Un agua contaminada es la que contiene microorganismos y sustancias químicas de origen industrial u otro, de modo que resulta inadecuada para su uso normal. El agua puede ser impotable sin ser insípida e insípida sin ser impotable para que sea agradable al paladar el agua debe estar exenta de color, turbidez, sabor y olor poseer una temperatura moderada en verano e invierno y estar bien aireada.

Impurezas del agua:

Existen dos tipos de impureza en el agua: aquellas que se encuentran suspendidas y otras que están disueltas. El material suspendido son partículas grandes que se sostienen en el agua

debido a fuerzas de viscosidad. El material disuelto lo componen las moléculas o iones que se retienen en el agua debido a la estructura molecular del agua.

2.2.4. Constituyentes del agua residual.

Afirma **Vásquez (2014)** que Los constituyentes encontrados en las aguas residuales pueden ser clasificados como físicos, químicos y biológicos. De los constituyentes del agua residual, los sólidos suspendidos, los compuestos orgánicos biodegradables y los organismos patógenos son de mayor importancia, y por ello la mayoría de instalaciones de manejo de aguas residuales deben ser diseñadas para su remoción. Antes de considerar las características físicas, químicas y biológicas de agua residual, es conveniente tratar brevemente los procedimientos analíticos usados para la caracterización de aguas residuales. Existen cinco características físicas esenciales en el agua residual que pueden ser fácilmente percibidas por los sentidos.

Estos son:

2.2.4.1. Sólidos

En las aguas residuales se encuentran todo tipo de sólidos, distinguiéndose entre ellos orgánicos e inorgánicos: los sólidos orgánicos son sustancias que contienen carbón, hidrogeno y oxígeno, pudiendo alguno de estos elementos combinarse con nitrógeno, azufre o fosforo. Los principales grupos lo conforman las proteínas, los carbohidratos y las grasas susceptibles todos de ser degradados por medio de bacterias y de organismos vivos que son combustibles, es decir, pueden ser quemados. Los sólidos inorgánicos son sustancias inertes y no susceptibles de ser degradados, designándoseles comúnmente como minerales. Dentro de estos se incluyen arenas, aceites y sales minerales disueltos en el agua potable y sin propiedades combustibles. Aquellas partículas orgánicas, inorgánicas o líquidos inmiscibles que se encuentran en el agua. Algunos solidos inorgánicos pueden ser arcillas, limos u otros componentes del suelo. De la misma forma, pueden ser encontrados solidos orgánicos como restos de plantas y microorganismos. Sumados a estos solidos naturales, existen grandes cantidades de sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos, producto de los procesos industriales y domésticos, así como también líquidos inmiscibles como aceites y grasas. Los sólidos comúnmente se clasifican en suspendidos, disueltos y totales, (**Vásquez ,2014**).

2.2.4.2. Sólidos suspendidos.

Vásquez (2014) que son aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo. Pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación. Se incluyen en esta clasificación las grandes partículas que flotan, tales como arcilla, solidos fecales, restos de papel madera en descomposición, partículas

de comida y basura, de los cuales un 70% son orgánicos y un 30% inorgánicos. Los sólidos suspendidos se dividen a su vez en dos grupos:

Sedimentables y coloidales, la parte de sólidos en suspensión que por tamaño y peso pueden sedimentar al lapso de una hora en el cono Imhoff, se denominan sedimentables, siendo en promedio un 75% orgánicos y un 25% inorgánicos. A la diferencia entre sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales se les denomina coloidales.

2.2.4.3. Sólidos disueltos.

Es la denominación que reciben todos los sólidos que quedan retenidos en un proceso de filtración fina. En general, los sólidos disueltos son en un 40% orgánicos y un 60% inorgánicos. (Vásquez, 2014).

2.2.4.4. Sólidos totales.

Como se indica bajo esta denominación, se incluye todos los sólidos existentes en las aguas residuales y que en promedio son un 50% orgánico. Es precisamente esta unidad orgánica de los sólidos presentes en las aguas residuales la que es sujeto de degradación y se constituye como requisito para una planta de tratamiento de aguas residuales (Vásquez, 2014).

2.2.4.5. Gases disueltos.

Vásquez (2014), afirma que Las aguas residuales contienen pequeñas y variadas concentraciones de gases disueltos. Entre los más importantes de estos se encuentran el oxígeno, el cual está presente en el agua en su estado original, así como también disuelto en el aire que está en contacto con la superficie del líquido. Este oxígeno, generalmente denominado oxígeno disuelto, es un factor muy importante en el tratamiento de las aguas residuales. Se encuentran también presentes en las aguas residuales otros gases tales como anhídrido carbónico, resultante de la descomposición de materia orgánica, nitrógeno disuelto de la atmósfera, y sulfuro de hidrógeno de compuestos de azufre tanto orgánicos como inorgánicos.

2.2.4.6. Turbiedad.

Vásquez (2014) define que es una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas. Sirve principalmente para conocer la cantidad de luz que es absorbida o dispersada por el material suspendido en el agua. La turbiedad en el agua se da debido a la desintegración y la erosión de materiales arcillosos, limos o rocas, pero también de residuos industriales, productos de la corrosión, así como también por los restos de plantas y microorganismos. La presencia de detergentes y jabones en las aguas residuales domésticas e industriales causan, de

igual forma, un aumento en la turbiedad del agua. La medición de la turbiedad se realiza por comparación entre la intensidad de luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones. Suspensiones de formaciones se emplean como patrones primarios de referencia. Los resultados de las mediciones de turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbiedad.

2.2.4.7. Color.

Vásquez (2014) afirma el color en aguas residuales es causado por sólidos suspendidos, materiales coloidales y sustancias en solución. El color causado por sólidos suspendidos se denomina color aparente, mientras que el causado por sólidos disueltos se denomina color verdadero. El color verdadero se obtiene sobre una muestra filtrada. El color de las aguas residuales se debe a la descomposición de compuestos orgánicos. La infiltración en sistemas de recolección contendrá sustancias húmicas (taninos, ácidos húmicos y humatos). Las sustancias húmicas generalmente imparten en color amarillo al agua por su parte, las descargas industriales pueden contener tintes orgánicos y compuestos metálicos, lo que puede dar una variedad de colores al agua residual. Existen valores cualitativos para estimar la condición general del agua residual. Existen valores cualitativos para estimar la condición general del agua residual.

2.2.4.8. Temperatura.

Vásquez (2014), nos confirma que la temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento como consecuencia de la incorporación de agua caliente **proveniente** del uso industrial. La medición de la temperatura es de suma importancia debido a que la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura. Es un parámetro muy importante ya que afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacciones, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos. Cuando la temperatura del agua es baja el crecimiento y la reproducción de los microorganismos es baja también.

2.2.5. Características químicas orgánicas del agua residual.

Según **Vásquez (2014)**, nos afirma que dentro del agua residual existe una cantidad considerable de elementos químicos inorgánicos; estos son nutrientes, constituyentes no metálicos, metales y gases. Entre los nutrientes inorgánicos tenemos amoníaco libre, nitrógeno orgánico y fósforo inorgánico. Las pruebas como pH, alcalinidad, cloruro y sulfatos son realizadas para estimar la capacidad de reutilización de las aguas residuales tratadas y como pruebas para el control de distintos procesos de tratamiento.

2.2.5.1. pH.

Es la expresión para medir la concentración del ion hidrógeno en una solución. Este se define como el logaritmo negativo de la concentración de ion hidrógeno.

$$\text{pH} = -\log_{10}(\text{H}^+) \quad \text{cc (2.1)}$$

2.2.5.2. Alcalinidad.

Esta se define como la capacidad del agua para neutralizar los ácidos. En las aguas residuales la alcalinidad se debe a la presencia de hidróxidos (OH). Carbonatos (CO₂) y bicarbonatos (HCO₂) de elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio, o de ion amonio, estos componentes son el resultado de la disolución de sustancias minerales en el suelo y en la atmósfera. Los fosfatos pueden ser originados también por los detergentes en las descargas de agua residual y por fertilizantes e insecticidas de las tierras de cultivo. El sulfato de hidrógeno y el amonio son el producto de la descomposición microbiana del material orgánico.

Cabe mencionar que el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio son los constituyentes más comunes de la alcalinidad.

En grandes cantidades, la alcalinidad le da un sabor amargo al agua.

2.2.5.3. Dureza.

La dureza se define como la concentración de cationes metálicos multivalentes en solución. Los cationes metálicos multivalentes más abundantes en las aguas naturales son el calcio y el magnesio. Otros pueden incluir hierro y magnesio (Fe₂, Mn₂), estroncio (Sr₂) y aluminio (Al₂).

2.2.5.4. Metales.

Los metales que se pueden detectar en el agua residual se pueden clasificar como tóxicos y no tóxicos. Es importante hacer notar que los metales son esenciales para un normal desarrollo de la vida biológica, siempre y cuando no se presenten en cantidades elevadas, lo que los llevaría a ser altamente tóxicos. Por otro lado, cabe destacar que estos metales se presentan en cantidades macro y micro según sea el caso. Las fuentes de los metales en aguas naturales incluyen disolución de depósitos y descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas. La medición de los metales en el agua se lleva a cabo mediante la espectrometría de absorción atómica.

2.2.5.5. Gases.

Para una buena operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales es de suma importancia la determinación de gases disueltos tales como el amoníaco, dióxido de carbono sulfuro de hidrogeno y oxígeno. Las mediciones de oxígeno disuelto y amónico se realizan para el control y monitoreo de los procesos de tratamiento biológico aerobio. Por otro

lado, la presencia de sulfuro de hidrogeno se determina no solo por ser toxico y tener mal olor, sino porque su formación causa corrosión alcantarillados de concreto.

2.2.6. Compuestos orgánicos agregados del agua residual.

Vásquez (2014) nos dice, durante todo el proceso de recolección de aguas residuales, estas adquieren muchísimos componentes extras. Además de los componentes descritos anteriormente, los compuestos orgánicos agregados al agua residual son muy variados. Según datos obtenidos la materia orgánica en aguas residuales se constituye básicamente de proteínas (40^a 60 %) Carbohidratos (25^a30 %) y grasas y aceites (8^a12 %), así como pequeñas cantidades de un gran número de moléculas orgánicas sintéticas. La diferencia que existe entre un agua residual tratada y otra no tratada, es la cantidad de compuestos orgánicos agregados presentes en las muestras. Este parámetro es de mucha ayuda cuando se trata de alizar el desempeño de los procesos de tratamiento y estudiar a su comportamiento en las fuentes receptoras. Hoy en día existen distintos métodos para el cálculo de dicho parámetro.

Estos son:

2.2.6.1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Es la cantidad de oxígeno que utilizan los microorganismos para llevar a cabo la reducción de la materia orgánica. En la prueba estándar de DBO se vierte una pequeña muestra de agua residual en una botella (300 ml de volumen). Dicha botella se completa a volumen usando agua saturada con oxígeno y con los nutrientes requeridos para crecimiento biológico.

2.2.6.2. Demanda química de oxígeno (DQO).

Parte de los materiales orgánicos no se pueden degradar biológicamente porque resultan ser tóxicos a los microorganismos o porque su reducción llega a ser tan lenta que son considerados como no biodegradables. Estos materiales son los pesticidas, insecticidas y herbicidas. Para conocer la cantidad de este tipo de materiales orgánicos no biodegradables se hace la prueba de demanda química de oxígeno (DQO). Junto con la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se puede calcular de cantidad de orgánicos biodegradables presentes en el agua. Esto se puede lograr restando el valor de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) al valor de la demanda química de oxígeno (DQO).

2.2.6.3. Carbono orgánico total (COT).

Esta prueba es usada para la medición de carbono orgánico total presente en una muestra acuosa. Los métodos para la prueba del COT utilizan oxígeno y calor, radiación ultravioleta, oxidantes químicos o alguna combinación de estos para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono, el cual es medido con un analizador infrarrojo o por otros medios. El COT del agua residual puede ser utilizado para medir el nivel de polución en el agua

y, además, ha sido toma de 5 a 10 minutos para ser completado, lo que le da una ventaja a su favor.

2.2.6.4. Relaciones entre DBO, DQO y COT

Dependiendo en la relación existente entre estos tres parámetros se puede hacer un análisis del tipo de tratamiento que se ha llevado a cabo en el agua residual. Así, por ejemplo, tenemos que si la relación DBO/DQO para aguas no tratadas es mayor que 0.5, los residuales se consideran fácilmente tratables mediante procesos biológicos. Si a relación DBO/DQO es menos de 0.3, el residuo puede contener constituyentes tóxicos o se pueden requerir microorganismos aclimatados para su estabilización.

2.2.7. Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales

Vásquez (2014), Nos dice que dentro del campo del tratamiento de aguas residuales ha existido un desarrollo tecnológico considerable, la variedad de posibles métodos de tratamiento aumento, sin embargo, los métodos que han comprobado su eficiencia son de tres tipos: físicos químicos y biológicos. Estos, a su vez, se combinan entre sí en una gran variedad de formas creando sistemas bioquímicos o físicos.

Los tratamientos de tipo físico son aquellos en los que predomina la aplicación de fuerzas físicas, tal es el caso del cribado, la sedimentación, filtración, flotación y mezclado. Los mismos autores afirman también que un tratamiento químico es aquel que se lleva a cabo a través de agregar productos químicos a las aguas residuales provocando reacciones. Ejemplos de esto es la precipitación, la transferencia de gases, la absorción la floculación y la purificación.

En lo que respecta al tratamiento biológico, lo refiere como el conjunto de métodos de tratamiento de aguas residuales en los que la remoción de contaminación se lleva a cabo por actividad biológica, básicamente se usan para remover materia orgánica biodegradable. El tratamiento biológico de aguas residuales se basa en el proceso aparentemente simple en el que una población mixta de microorganismos utiliza como nutrientes sustanciales que contaminan el agua.

Es importante hacer mención de que es lo que dicen los organismos locales al respecto. Los tipos de procesos a utilizarse están estipulados en el manual de normas técnicas para el proyecto de plantas de tratamiento de aguas residuales. Dicho manual contempla las siguientes etapas: preliminar, primaria, secundaria, terciaria.

2.2.7.1. Tratamiento primario.

El tratamiento primario establece una serie de mecanismos de descontaminación, los cuales son métodos mecánicos como por ejemplo rejas desmenuzadores, desarenadores y tanques de remoción de grasas y aceites. En el caso del tratamiento primario, la CNA establece

que el propósito principal del mismo es remover los sólidos finos sedimentales y que esto se puede lograr por medio de sedimentaciones simple, filtración, tanques sépticos o bien con un tanque immhoff con lagunas de estabilización anaerobia.

2.2.7.2. Tratamiento secundario

Por lo que toca al tratamiento secundario, la CNA establece que su objetivo es remover o estabilizar las materias que puedan descomponerse (putrefacción) y que estén suspendidas, en estado coloidal o en solución para lograr esto, la CNA considera factibles los mecanismos de filtración y tratamiento biológico por contacto es importante recalcar que el organismo sugiere los métodos de filtración biológica, la de lodos activados y las lagunas aerobias anaerobias y facultativas, así como las zanjas de oxidación.

2.2.7.3. Tratamiento terciario

El tratamiento final sugerido por la dependencia es la cloración, con lo que se tendrá un tratamiento parcialmente completo. Se dice que está parcialmente completo debido a que no han sido aún eliminados los metales pesados y sustancias toxicas inorgánicas que se encuentran disueltas y no suspendidas. Para lograr esto se necesitaría la implementación de un tratamiento normalmente llega a un nivel secundario con cloración lo que asegura un agua clara sin olores y baja en contenido microbiano.

2.2.8. Límites máximos permisibles (LMP)

Decreto Supremo N° -2009-MINAM aprueba de límites máximos permisibles (LMP) de efluentes para todas las actividades del sub sector industria.

Tabla 01.

Los límites máximos permisibles de aguas residuales agroindustriales

Parámetro	Unidad	LMP
pH		6-9
Solidos totales en suspensión	mg/L	300
Aceites y grasas	mg/L	10
Coliformes	MNP/ 100ml	400
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	250
Demanda química de oxígeno	mg/L	500

Fuente. Elaboración propia.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Afluente.

Arce (2013), define al efluente como “Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento. Es el agua generada por el lavado de las maquinas aplicadores fitosanitarios”

2.3.2. Agua residual.

Vásquez (2003), define al agua residual como el agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión. Es el agua contaminada por los químicos aceites y grasas en el proceso de lavado de máquinas y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.

2.3.3. Biodegradación.

Vásquez (2003), lo define como la transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos. Transformación de la materia orgánica contenida en las aguas residuales agroindustriales, en compuestos menos complejos, por acciones de microorganismos.

2.3.4. Clarificación.

Arce (2013), Proceso de sedimentación para eliminar los sólidos sedimentales del agua residual agroindustrial generada en el fondo.

2.3.5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Hidalgo (2018), define al DBO como la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).

2.3.6. Demanda química de oxígeno (DQO).

Hidalgo (2018), define que es una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio.

2.3.7. Desarenadores.

Arce (2013), nos dice que es una cámara diseñada para reducir la velocidad del agua residual y permitir la remoción de sólidos minerales (arena y otros), por sedimentación.

2.3.8. Digestión.

Arce (2013), define a la digestión como la descomposición biológica de la materia orgánica del lodo que produce una mineralización, licuefacción y gasificación parcial.

2.3.9. Digestión aerobia.

Hidalgo (2018), nos dice que es la descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en presencia de oxígeno.

2.3.10. Disposición final.

Hidalgo (2018), lo define como la disposición del efluente o del lodo tratado de una planta de tratamiento. Es el destino de las aguas tratadas en la planta de tratamiento.

2.3.11. Eficiencia del tratamiento.

Arce (2013), define la eficiencia del tratamiento como una relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje.

2.3.12. Impacto ambiental.

Hidalgo (2018), lo define como el cambio o efecto sobre el ambiente que resulta de una acción específica. Es el efecto que causa las aguas contaminadas en el ambiente.

2.3.13. Muestreo.

Hidalgo (2018), lo define como la toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación correspondiente para el parámetro que se va a analizar.

Son las muestras tomadas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

2.3.14. pH.

Arce (2013), lo define como logaritmo con signo negativo de la concentración de iones hidrógeno, expresado en moles por litro. Es la una unidad de medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia.

2.3.15. Tratamiento primario.

Vásquez (2003), define al tratamiento primario como la remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta.

2.3.16. Tratamiento secundario.

Vásquez (2003), lo define como el nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

2.4. Hipótesis

El proyecto de investigación tendrá una Hipótesis Implícita debido a que se trata de una sola variable.

¿Se podrá realizar una propuesta de un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales en el fundo Carmelo, PROSERLA S.A.C.?

III. Materiales y métodos

3.1. Variables y operacionalización.

En este caso la variable de este proyecto es: “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales agroindustriales.

Tabla 2.*Cuadro de variables y operacionalización de la investigación*

VARIABLE	DEFICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medición
- diseño de planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales	- Una planta de tratamiento está formada por diferentes etapas las cuales, a su vez, pueden estar formadas por uno o más elementos. Entre más elementos contenga una planta de tratamiento, más eficiente será. Estas etapas son: tratamiento preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario.	- Pre tratamiento	- Desbaste - Desarenador - Remoción de aceites y grasas.	- (mg/L)
		- Tratamiento primario	- Tanques de Imhoff - Sedimentador primario - Tanques de flotación	- (mg/L)
		- Tratamiento secundario	- Filtros percoladores - Lagunas de estabilización - Lodos activados	- (mg/L)
		- Características del agua	- Químicas - Biológicas - Físicas	- (nmp/100mL)

Fuente. Elaboración propia.

3.2. Tipo de estudio

El presente proyecto tuvo una investigación de tipo descriptivo, propositiva.

Descriptivo debido a que se recolectó información de la variable expuesta anteriormente, y sus diferentes aspectos, definición, características e importancia, en la salud humana y el medio ambiente.

Propositivo porque pretendió establecer la importancia del diseño de planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales en el fundo Carmelo, Proserla S.A.C.

3.3. Población y muestra en estudio

(Chávez, 2014) definió población como:” el universo de estudio de la investigación, sobre el cual se pretende generalizar los resultados, constituida por características o estratos que le permiten distinguir los sujetos, unos de otros”. Por lo tanto, la población del proyecto de investigación será todas las descargas de aguas residuales agroindustriales generados 14 litros por segundo en el Fundo Carmelo S.A.C.

Mientras que (Parra, 2014) indicó que la muestra es: “una parte (subconjunto) de la población obtenida con el propósito de investigar propiedades que posee la población

Nuestra muestra fue 5 litros de las aguas residuales que genera el Fundo Carmelo S.A.C.

3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Observación: Se utilizó la técnica de observación con el objetivo de recolectar información del lugar a desarrollar la investigación.

3.4.2. Otros materiales que se utilizó para la recopilación de datos serán las Normativas Ambientales (Leyes, reglamentos normas y decretos supremos), diccionarios, libros y sitios web.

3.4.3. Recolección de muestras de agua

Recogida manual

La recolección de la muestra de agua, se realizó en campo por medio de un personal de laboratorio Invbiol donde se recolectó las muestras de agua de la poza de sedimentación, el objetivo de la muestra de agua es obtener un resultado que son parte de nuestro estudio, las cuales serán analizadas las partes fisicoquímicas y microbiológicas, fue transportado la muestra cumpliendo los protocolos de las normas legales, envases de recolección para la muestra limpios y secos rotulado.

Se tomó porciones individuales del agua en estudio de botellas de boca ancha y combinarlas en una sola botella.

Se tomó la muestra y se determina el tiempo en que se tomara la siguiente.

Se colocó la muestra en el recipiente y con su debida rotulación.

Finalmente se obtuvo una muestra compuesta tomada en un tiempo de X horas que se mantendrá en refrigeración

3.4.4. Mapeo

Arcgis, mediante el arcgis hemos podido identificar las vías de acceso al fundo Carmelo, hemos tomado en cuenta el departamento donde está ubicado, distrito y sus comunidades y el rio, por medio de esos checklist hemos identificado en mapa nuestras vías de acceso.

3.4.5. Diseño de la planta

Por medio de AutoCAD diseñamos la planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales. El AutoCAD es un programa de dibujo por computadora CAD 2 y 3 dimensiones, puedes crear dibujos o planos genéricos, documentar proyectos de ingeniería, arquitectura, mapas o sistemas de información geográfica por mencionar algunas industrias y aplicaciones.

3.5. Procesamiento de datos y análisis estadístico.

Para la realización del presente estudios de investigación los datos que se obtuvieron durante su ejecución fueron plasmados en tablas y figuras elaboradas utilizando los programas de software Word 2013 y Excel 2013, permitiendo plasmar los resultados satisfactoriamente.

IV. Resultados

4.1. Se determinó las características físicas, químicas y microbiológicas de la calidad de agua que genera el fundo Carmelo, PROSERLA S.A.C.

Resultados obtenidos de los análisis realizados.

Tabla 3.

Resultados de análisis de agua residual agroindustrial.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
pH a 25 °C		6.85
Aceites y grasas	mg/L	140
Coliformes totales	NMP/100mL	14 x 10 ⁴
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	70 x 10 ³
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg02/L	315
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg02/L	567

Fuente. Elaboración de laboratorio INBVIOL

En la tabla 3, se observa los resultados de los análisis realizados al agua recolectada del fundo Carmelo Proserla S.A.C un pH 6.85°C, a la vez se encontró grasas y aceites con un resultado de 140 mg/l, y en Coliformes totales 14x10⁴, Coliformes 70x10³ml, donde encontramos la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) 315mg/l, demanda química de oxígeno (DQO) 567mg/L estos son los resultados dados por el laboratorio inbviol,

Tabla 4.

Comparación de resultados de análisis de agua residual agroindustrial, con los límites máximos permisibles.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
pH a 25 °C		6.85	6-9
Aceites y grasas	mg/L	140	10
Coliformes totales	NMP/100mL	14 x 10 ⁴	400
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	70 x 10 ³	400
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg02/L	315	250
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg02/L	567	500

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 4, se observa los resultados de los análisis realizados al agua recolectada del fundo Carmelo la implicancia, la caracterización fisicoquímica y microbiológica, no cumple con todos los límites permisibles establecidos, existiendo grandes diferencias, pH es 6.85: Tal

y como se puede observar en primera instancia que el parámetro lo cual cumple con la normatividad mencionada.

Por tanto, los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico dieron como resultado que el agua residual agroindustrial del Fundo Carmelo arrojada directamente al pozo de sedimentación; Aceites y grasas: obteniendo los resultados de la muestra del agua residual agroindustrial el resultado nos da 140 mg que pasa los límites máximos permisibles lo cual causa un efecto que en los sistemas de tratamiento de aguas residuales o en las aguas naturales se debe a que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar. Su presencia complica el transporte de los residuos por las tuberías, su eliminación en unidades de tratamiento biológico y su disposición en las aguas receptoras, Coliformes termo tolerantes; mediante la determinación de resultados microbiológicos de las aguas residuales agroindustriales del fundo Carmelo tenemos como resultado que los coliformes termo tolerantes 70×10^3 ml que pasa los límites máximos permisibles. Coliformes totales: obteniendo los resultados microbiológicos nos da como resultado de coliformes totales 14×10^3 ml que pasa los límites máximos permisibles. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Según resultados de laboratorio se obtuvo que la demanda fisicoquímica de oxígeno es de 315mg, los cuales en comparación con los límites máximos permisibles son altos. Demanda química de oxígeno (DQO): se determinó los resultados mediante los análisis de demanda química de oxígeno 567 mg, que en comparación con los límites máximos permisibles son demasiado alto que nos indica contaminación alta.

Se analizó las características físico-químicos al pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y aceites y grasas. Tal y como se puede observar en primera instancia que el parámetro de pH es 6.8 lo cual cumple con la normatividad mencionada. Por tanto, los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico dieron como resultado que el agua residual agroindustrial del Fundo Carmelo arrojada directamente al pozo de sedimentación no cumple con todos los límites máximo permisibles establecidos, existiendo grandes diferencias, tales como la DBO, DQO, aceites y grasas. Sin embargo, cumple con el parámetro de pH cuyos valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

4.2. Se identificó mediante un ArcGIS el área donde se realizará la planta de tratamiento de aguas residuales

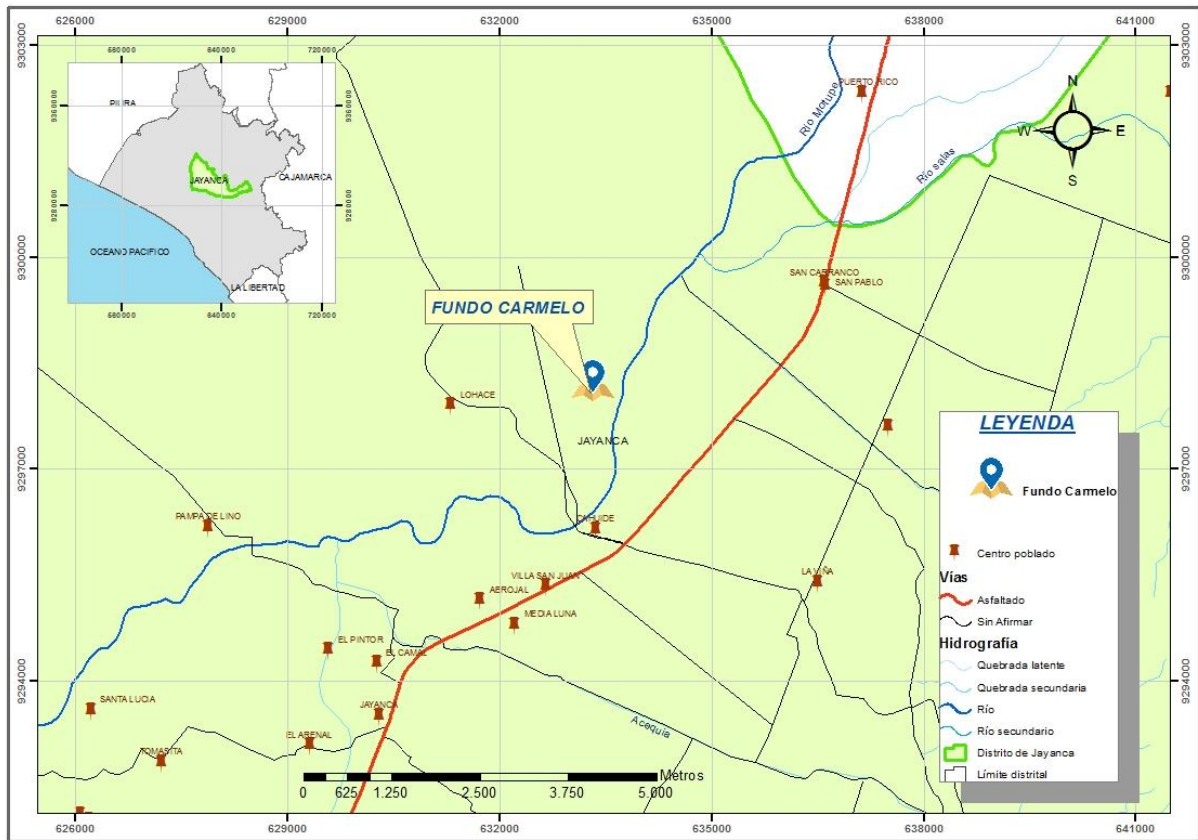
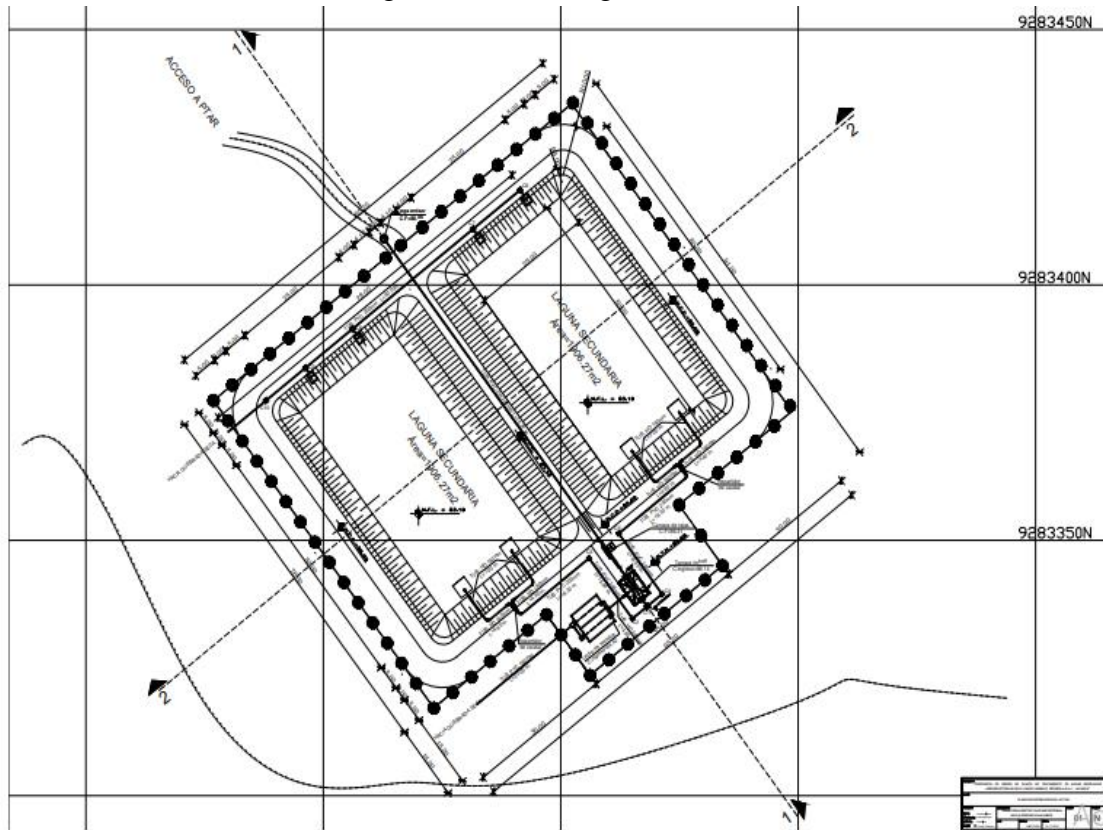


Figura 3: Ubicación del Fundo Carmelo.
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3 se presenta la ubicación geográfica del fundo Carmelo Proserla SAC, el cual está ubicado en el distrito de Jayanca, departamento Lambayeque, provincia Lambayeque, para llegar al fundo Carmelo se toma las vías de acceso carretera Belaunde Terry km 37 y sus coordenadas UTM son N: 9298261 m E: 633315 m.

4.3. Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales en el fundo Carmelo, PROSERLA S.A.C.

Figura 4. Plano de tratamiento de aguas residuales agroindustriales



Fuente: Elaboración Propia.

Esta planta de tratamiento está diseñada para el tratado de aguas residuales agroindustriales del fundo Carmelo, donde tenemos un caudal de ingreso de 15 litros por segundo de aguas residuales.

Tenemos la llegada del agua residual al emisor receptor que es donde al agua se concentra ingresando a las lagunas anaerobias para su tratamiento. Como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual este tiene como objetivo retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulándose en el fondo y eliminando parte de la carga orgánica, después va unas cámaras de reunión para pasar al repartidor de caudal y a sus vez entrar a la cámara de rejillas donde se separa los sólidos y aceites y grasas; posteriormente entra al tanque IMHOFF que se encarga de la sedimentación y digestión de lodos; que tiene gran similitud al tanque de una fosa séptica, este tiene dos pisos, uno superior donde se produce la sedimentación y otro inferior

donde produce la digestión de los lodos. El tanque IMHOFF de esta planta es rectangular, se encarga de recepcionar y procesar; el agua ingresa por la tubería y todo lo que es material solido se sedimenta que es un proceso anaeróbico, los olores de los lodos son expulsados por las partes laterales y los lodos son extraídos mediante un sistema de bombeo. Al finalizar va a un lecho de secados donde se separa la parte liquida de la sólida colocando arena y grava en fondo y el agua infiltrada va a una tubería como fin del tratamiento.

Como fin obtenemos materia orgánica que sirve de abono y el agua tratada que es reutilizable para riego de los cultivos y lavado de maquinarias en el fundo.

Para la obtención del caudal hemos considerado el volumen de agua que atraviesa en un tiempo determinado denominando al caudal Q al volumen V y el tiempo T, el volumen de agua se midió en litros y el tiempo en segundos por lo cual se expresó así $Q = V/T = (15 \text{ L/S})$.

Caudal: 15 L/s

Área total del PTAR:

El área total del PTAR es de 7, 320.6 m²

Tabla 5.

Dimensiones de la propuesta de la planta de tratamiento de aguas residuales

	Lagunas anaeróbicas	Cámara de rejas	Tanque Imhoff	Lecho de secado
Largo (m ²)	76.00	6.20	5.80	6.90
Ancho (m ²)	95.20	2.50	4.20	6.60
Área (m ²)	7,235.20	15.50	24.36	45.54

Fuente: Elaboración propia.

Visto en la tabla 4, las dimensiones propuestas para la planta de tratamiento de aguas residuales, del Fundo Carmelo PROSERLA SAC, siendo nuestra propuesta que la laguna anaeróbica tenga un área de 7,235.20 m².

V. Discusión

A partir de los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos planteados para la Propuesta de un Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Agroindustriales en el Fundo Carmelo – PROSERLA S.A.C. se justifica de la siguiente manera.

Determinar las características químicas, físicas y microbiológicas de la calidad de agua que genera el fundo Carmelo, Proserla S.A.C.

Respecto a este objetivo, se realizó 4 módulos de tratamiento teniendo en cuenta los siguientes parámetros (pH, DBO, DQO, aceites y grasas, coliformes totales y coliformes termotolerante; obteniendo como resultado que el parámetro de aceites y grasas sobrepasa el límite máximo permisible. A diferencia del trabajo de investigación de **Pinzón y Castañeda (2018)** que realizaron 8 módulos de tratamiento incluyendo el avanzado porque ellos tienen presencia de metales pesados que son el Arsénico (As) y Mercurio (Hg), garantizando la remoción paulatina de estos compuestos en los módulos de tratamiento (preliminar, primario, secundario y avanzado).

Realizar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en el fundo Carmelo, Proserla S.A.C.

En relación con el diseño de la planta utilizamos tratamiento primario y secundario, en donde utilizamos procesos a base de lagunas anaeróbicas, cámara de rejillas, tanque IMHOFF y lecho de secado. A diferencia **Pérez (2019)**, que adicionó insertar plantas acuáticas a las lagunas como parte del incremento biológico logrando estabilizar el parámetro de pH, que sobrepasó el LMP en los resultados obtenidos.

VI. Conclusiones

- Al determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales agroindustriales nos permitieron conocer los parámetros, después de ser evaluados en el laboratorio, se interpreta que algunos parámetros no coinciden dentro de los límites máximos permisibles. Asimismo, nos permitió realizar la propuesta de un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con el objetivo de tratar las aguas residuales agroindustriales originas por los procesos de producción en el Fundo Carmelo de la Empresa PROSERLA S.A.C y así poder reducir la contaminación hídrica y poder dar una mejor calidad de vida de los trabajadores de este fundo.
- Identificamos mediante un mapa de ArcGIS la ubicación donde se realizó la propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales agroindustriales, indicando en el mapa al Fundo Carmelo que es lugar específico donde se elaboró la propuesta.
- Se realizó el diseño de planta, teniendo en cuenta los resultados de los análisis de las aguas residuales agroindustriales del Fundo Carmelo, evaluando cada uno de sus parámetros y a su vez teniendo en cuenta la ubicación del terreno para poder diseñar la planta de tratamiento; en la cual hemos tomado como fases de tratamiento a las lagunas facultativas, cámaras de rejas, repartidor de caudal, el tanque IMHOFf y el lecho de secados.

VII. Recomendaciones

- Preparar y capacitar al personal encargado del saneamiento ambiental, haciendo énfasis en el recurso hídrico ya que es un bien valioso en la actividad humana y para la definición de medidas que reduzcan la contaminación hacia los cuerpos receptores.
- Se sugiere seguir investigando referente al tema de tratamiento de aguas residuales para así poder sacar algún beneficio del agua ya tratada como por ejemplo el riego de bosques que son muy presentes en esa zona, abono para los cultivos, entre otras y así no estar desperdiciando agua residual que se puede reutilizar para otros fines.
- Cuando la planta de tratamiento de agua residual agroindustrial sea construida deberá regirse bajo el diseño de distribución ya que se diseñó cumpliendo los parámetros de calidad de sus aguas.
- La presente investigación abre puertas a trabajos de grado e investigaciones futuras, donde se podrán proponer soluciones para el manejo de las aguas residuales agroindustriales.
- Se recomienda mantener los parámetros de funcionamiento tales como la temperatura y el caudal, en valores constantes, para su buen funcionamiento; y medir la carga volumétrica de Sólidos Suspendidos Volátiles y la carga hidráulica ya que son parámetros importantes de diseño, la variación de dichos valores hará variar las características de diseño.
- Capacitar constante mente al personal técnico para su mantenimiento y buen funcionamiento de la PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales).

VIII. Referencias bibliográficas

- Arce, L.F., (2013), *Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales*, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Dávila, J.A., y Granda, F.M. (2013). *Evaluación Comparativa en una Planta a Escala Piloto de Lodos Activos de Aireación Prolongada en el Tratamiento de Lixiviado de Relleno Sanitario Municipal Diluido con Agua Residual*. Facultad de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima
- Cruz, C.P., (2015), *Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento piloto para las aguas residuales provenientes de la construcción del sector inmobiliario privado en la ciudad de Manizales*. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. Colombia.
- García, Z.M., (2012), *Comparación y Evaluación de Tres Plantas Acuáticas para Determinar la Eficiencia de Remoción de Nutrientes en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas*. Facultad de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad de Ingeniería. Lima.
- Hidalgo, C.A., (2018), *Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Barrio el Milagro Huaraz-Ancash 2018*. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo – Perú.
- Pabón, S., et al. (2009). *Arranque y Operación a Escala Real de un Sistema de Tratamiento de Lodos Activos para Aguas Residuales de Matadero*. Revista ingeniería e investigación, Volumen 29 (N° 2). Pp. 53 – 58. Recuperado <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n2/v29n2a08.pdf>
- Perez, A.C. y Sernaque, K.Y.Y., (2016). *Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas de la Ciudad de Chiclayo por Medio de Lodos Activos a Través de Aireación Extendida*. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque
- Pinzón, I.V., y Castañeda, D.G. (2018). *Diseño Hidráulico del Sistema de Tratamiento para aguas residuales industriales provenientes del proceso productivo de agroquímicos de la empresa 3pl logistics solutions*. Trabajo de investigación para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Cundinamarca. Bogota-Colombia.
- Soriano, E.A. (2015). *diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales de una recicladora de tanques*. Facultad de Ingeniería Química. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Vasquez, R., (2003), *Estudio de Factibilidad para la Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la UDLAP*. Facultad de Ingeniería. Universidad De Las Américas Puebla. México.

IX. Anexos

9.1. Figuras de recolección de muestras de agua



figura 1. Toma de muestras del pozo de sedimentación
Fuente: elaboración propia.

9.2. Muestra



figura 2. Frascos con las muestras realizadas.
Fuente. Elaboración propia.

9.3. Mapa de ubicación

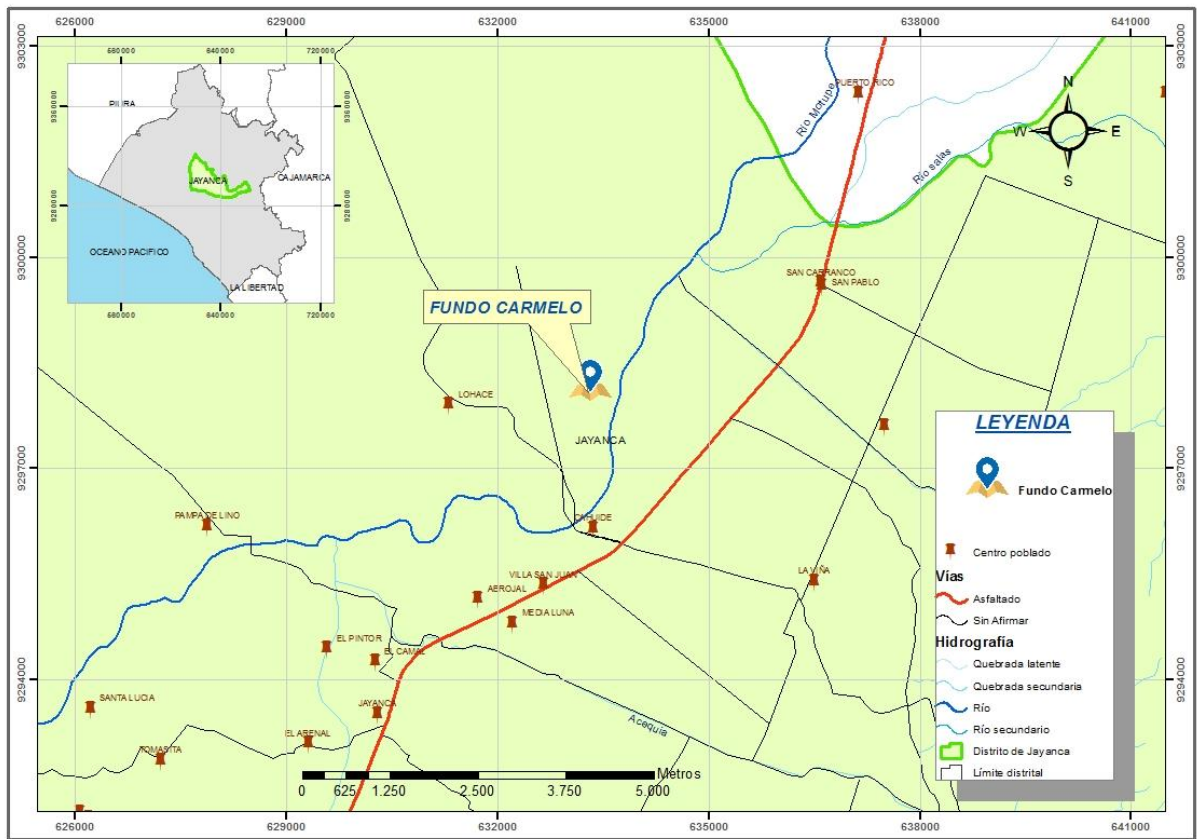


figura 3. mapa de ubicación del Fundo Carmelo.
 Fuente: Elaboración Propia.

9.4. Planta de tratamiento

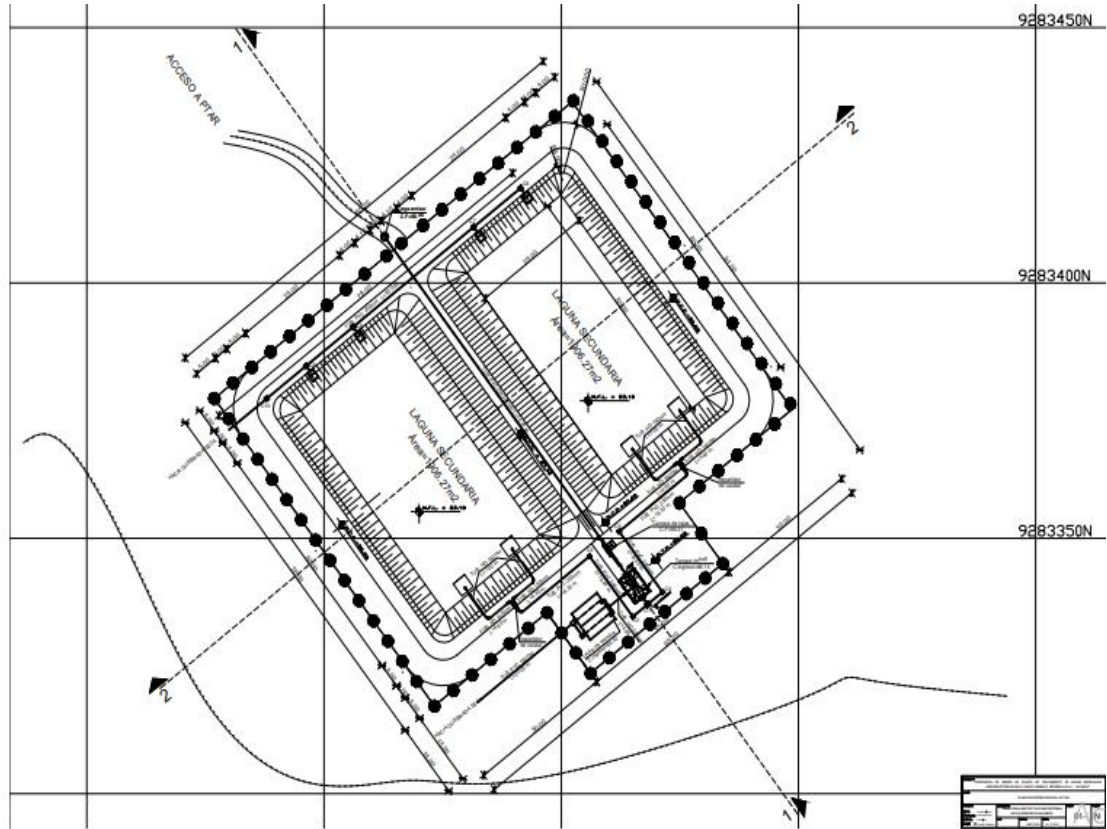


figura 4. Plano de tratamiento de aguas residuales agroindustriales.
Fuente: Elaboración Propia.

9.5. Resultados de análisis del laboratorio INVBIOL.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 138

INACAL
DA, Perú
Acreditado
Registro N° LE - 138

INFORME DE ENSAYOS
N° 1262 -2019

SOLICITANTE: NAYLA RODRIGO VILLALOBOS/JUANA ROSA DÍAZ SANTISTEBAN
DIRECCIÓN: C/te. Juan Fanning N° 270 Int. 14
CÓDIGO INTERNO DEL CLIENTE: OT 412-1
TIPO DE MUESTRA: Agua Residual Industrial-Fundo Carmelo PROSERLA SAC
IDENTIFICACIÓN/PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Pozo de cimentación
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 23/10/19 11:00
RECOLECTOR DE LA MUESTRA: Cliente
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN: 23/10/2019 12:45 **F. ANÁLISIS:** 23/10/2019
NUMERO DE SUB-MUESTRAS: 02 fco de 500ml
ANÁLISIS SOLICITADO: Microbiológico y Físico-Químico
OBSERVACIONES: Agua de pozo de lavado de maquinaria

RESULTADOS:

a. Microbiológico

ANÁLISIS	RESULTADOS	UNIDAD
1. Numeración de Coliformes Totales	14 x 10 ⁴	NMP/100ml
2. Numeración de Coliformes Termotolerantes	70 x 10 ³	NMP/100ml

Legenda: UFC= Unidad Formadora de Colonias; NMP= Número más probable. Nota: Resultado <1.1, 1.4, los valores son equivalentes a Cero.

b. Físico-Químico

ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD
1. *pH a 25°C	6.85	-
2. *DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	315	mg O2/L
3. *DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	567	mg O2/L
4. *ACEITES Y GRASAS	140	mg/l

MÉTODOS USADOS:

Numeración de Coliformes totales	ISO 9221 A, B, C, 2017 Ed 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the
Numeración de Coliformes Termotolerantes	ISO 9221 A, B, C, Ed. 2017. 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the
pH a 25°C	ISO 9221 A, B, C, Ed. 2017. pH Value, Electrode Method.
DBO5	ISO 15705, 2017 Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
DQO	ISO 15705, 2017 Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric.
Acidos y Grasas	ISO 15705, 2017 Ed. 2017. Heavy Metals Method (HM), DI membrane and Silica Gel

SB-PT-10 F1 Rev. 01 31/01/2019 Pág. 1 de 3

Calle 8 de Octubre N° 172 -176 - Lambayeque Telef. (074)282761 Cel.: 981603777 - 950829388 - 922770199
Email: informes@sinvbiol.com; graciaela.albino@sinvbiol.com; victor.romero@sinvbiol.com