



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN
LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL PARA
USO AGRÍCOLA, DE LA INDUSTRIA AZUCARERA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

BUSTAMANTE TELLO ANALÍ DEL PILAR EDYSA

ASESOR

Msc. JOSÉ LUIS RODAS CABANILLAS

LINEA DE INVESTIGACION

**CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
PERU - 2017**

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico en primer lugar a dios que me dio fortaleza, sabiduría para culminar mi carrera profesional y siempre me bendice con las oportunidades que me da día a día.

A mi papa y hermano que me apoyaron en todo momento y me brindaron todo para lograr mis objetivos. Lo más importante el amor y apoyo de mi madre que siempre estuvo dándome fuerza y guiándome para salir adelante.

A todas las personas que amo las cuales me apoyaron de diversas formas a lo largo de estos años brindándome su confianza y cariño sin dudarlos en ningún momento.

ANALÍ

AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme forjado como una persona de buenos valores, este logro se lo debo a ellos que junto a mi hermano me dieron su confianza y apoyo en todo momento.

A Dios que me bendice con buenos y malos momentos los cuales me hacen aprender cada día para ser una persona persistente y realista.

A todos los docentes como el Ing. Cesar Zatta Silva, Mg. Lloclla Gonzales Herry que me guiaron en los años de mi carrera universitaria brindándome sus conocimientos.

A mi asesor el Ing. José Luis Rodas Cabanillas que me brindo parte de su tiempo en la realización de mi tesis aportándome conocimientos de mejora.

LA AUTORA

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo ANALÍ DEL PILAR EDYSA BUSTAMANTE TELLO, identificado con D.N.I N°72211910, declaro bajo juramento que respete los derechos de autor en mi tesis titulada : EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL PARA USO AGRÍCOLA, DE LA INDUSTRIA AZUCARERA.

Así mismo, declaro también que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal caso asumo la responsabilidad ante cualquier falsificación, de los documentos como de la información por lo cual me someto a las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



BUSTAMANTE TELLO ANALÍ DEL PILAR EDYSA

DNI: 72211910

PRESENTACIÓN

El uso del agua en cantidades altas ha llevado a una sobreexplotación de este recurso natural esto contribuye al deterioro del medio ambiente sumándose otro problema que es el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento previo a cuerpos receptores causando una grande contaminación.

en consecuencia a esto y cumpliendo con el reglamento de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO presento la tesis titulada: “EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL PARA USO AGRÍCOLA, DE LA INDUSTRIA AZUCARERA”, este proyecto presentado muestra la aplicación de un tratamiento para aguas residuales de la industria azucarera Pucalá como es de conocimiento las industrias productoras de azúcar como la mencionada en la región Lambayeque tiene una alta demanda de agua, la cual se utiliza desde los cultivos de caña hasta la producción del producto. Debido esto generan grandes cantidades de agua residual que no son tratadas adecuadamente y son vertidas en los cultivos de caña directamente

Esta tesis está compuesta por las siguientes partes:

Introducción, Metodología, resultado, discusión, conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	15
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	16
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS.....	20
1.3.1. EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	20
1.3.2. CALIDAD DE AGUA RESIDUAL.....	23
1.4. MARCO CONCEPTUAL.....	30
1.4.1. Lagunas de estabilización.....	30
1.5. FORMULACIÓN AL PROBLEMA	32
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	33
1.7. HIPÓTESIS	33
1.8. OBJETIVOS	33
II. MÉTODO	34
2.1. Diseño de investigación	34
2.2. Variables y operacionalización.....	35
2.3. Población y muestra.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
2.5. Métodos de análisis de datos	38
2.6. Aspectos éticos	46
III. RESULTADOS	46
3.1. PRE- ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	46

3.2.	POST-ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	47
3.3.	PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL PROGRAMA SPSS	48
3.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP).....	55
IV.	DISCUSIÓN	56
V.	CONCLUSIONES.....	58
VI.	RECOMENDACIONES	59
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VIII.	ANEXOS	62
8.2.	ANEXO N°2: MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE TESIS	67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Dimensiones de la laguna anaerobia.....	38
TABLA N° 2: Dimensiones de la laguna facultativa.....	39
TABLA N° 3: Muestra antes del tratamiento.....	39
TABLA N° 4: Muestras después del tratamiento.....	40
TABLA N° 5: Muestra después del tratamiento para calidad de agua.....	40
TABLA N° 6: Fechas de recolección de muestras.....	41
TABLA N° 7: Límites máximos permisibles.....	43
TABLA N° 8 : Datos de laboratorio de microbiología y tecnología de UCV y laboratorio de EPSEL.....	43
TABLA N° 9: Datos del laboratorio de EPSEL-entidad prestadora se saneamiento de Lambayeque.....	45
TABLA N° 10: Porcentajes de eficiencia del DBO.....	46
TABLA N° 11: Prueba de hipótesis de spearman de la DBO.....	46
TABLA N° 12: Modelo de regresión de la DBO.....	47
TABLA N° 13: Porcentajes de eficiencia del DQO.....	47
TABLA N° 14: Modelo de regresión.....	48
TABLA N° 15: Prueba de hipótesis de spearman.....	48
TABLA N° 16: Porcentajes de eficiencia del SST.....	49
TABLA N° 17: Modelo de regresión.....	49
TABLA N° 18: Prueba de hipótesis de spearman.....	50
TABLA N° 19: Porcentajes de eficiencia de coliformes fecales.....	50
TABLA N° 20: Modelo de regresión.....	51
TABLA N° 21: Prueba de hipótesis de spearman.....	51

TABLA N° 22: <i>Porcentajes de eficiencia de coliformes totales</i>	52
TABLA N° 23: <i>Modelo de regresión</i>	52
TABLA N° 24: <i>Prueba de hipótesis de spearman</i>	53
TABLA N° 25: <i>Comparación de los límites máximos permisibles y los resultados</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: <i>Estructura de las lagunas de estabilización</i>	40
FIGURA N° 2 <i>Recolección de muestras</i>	61
FIGURA N° 3 <i>Recolección de muestras</i>	61
FIGURA N° 4: <i>Analizando muestras en laboratorio</i>	63
FIGURA N° 5: <i>Construcción de las lagunas de estabilización</i>	63
FIGURA N° 6: <i>Laguna anaerobia</i>	64
FIGURA N° 7: <i>Laguna facultativa</i>	64
FIGURA N° 8: <i>Tomando muestras en la laguna facultativa</i>	65
FIGURA N° 9: <i>Muestras para enviar al laboratorio</i>	65
FIGURA N° 10: <i>Muestras para enviar al laboratorio</i>	66

RESUMEN

En la industria azucarera Pucalá existe la problemática por el vertimiento de aguas residuales a sus cultivos sin tratamiento alguno lo que genera un impacto negativo en el suelo y además el consumo de grandes cantidades de agua potable en su producción, es por ello que se empleó las lagunas de estabilización como tratamiento para mejorar la calidad del agua para su reutilización.

Se empleó un diseño no experimental, longitudinal, la población fue el agua residual industrial y para obtener las muestras se realizó un muestreo aleatorio, cada 5 días obteniendo cinco muestras donde se analizó parámetros para determinar la eficiencia de las lagunas de estabilización y son DBO, DQO, SST, coliformes fecales y totales. Para determinar la calidad del agua se analizó el potencial de hidrogeno, temperatura, DBO, DQO, SST, coliformes totales los cuales se comparan con los límites máximos permisibles. El método de análisis de datos fue con prueba de hipótesis de correlación y los parámetros de la regresión.

Resultando con respecto a la eficiencia, la correlación spearman con un índice igual a 1 siendo alta y significativa para todos los parámetros, a mayor tiempo mayor remoción del parámetro. En cuanto al modelo de regresión la DBO es lineal donde se obtiene 2.4% de eficiencia promedio, la DQO es regresión logarítmica donde se obtiene 44.5% del logaritmo de eficiencia promedio, los SST es regresión logarítmica y se obtiene el 32,03% del logaritmo de eficiencia promedio, los coliformes totales es regresión logarítmica donde se obtiene 42,61% del logaritmo de eficiencia promedio y los coliformes fecales es regresión logarítmica donde se obtiene el 34,6 % del logaritmo de eficiencia promedio al incrementar el tiempo en 5 días. En cuanto a la calidad del agua los siguientes parámetros cumplen con los límites establecidos obteniendo los siguientes valores: temperatura de 29, pH de 7.4 y SST 142.3 mg/l.

Palabras clave: lagunas de estabilización, agua residual, calidad

ABSTRACT

In the sugar industry Pucalá the problems exists for the wastes water vertimiento to its cultivation without any treatment what generates a negative impact in the soil and also the consumption of large numbers of drinking water in its production, it is by it that there were used the lagoons of stabilization as treatment to improve the water quality for its recycling.

Not experimental, longitudinal design was used, the population was the industrial waste water and to obtain the samples a random sampling was realized, every 5 days obtaining five samples where parameters were analyzed to determine the efficiency of the lagoons of stabilization and it is DBO, DQO, SST, coliformes fecal and entire. To determine the water quality SST analyzed the potential of hydrogen, temperature, DBO, DQO, coliformes entire which are compared with the permissible maximum limits. The data analysis method was with test of hypothesis of interrelation and the parameters of the retrogression.

Proving with regard to the efficiency, the interrelation sperman with an equal index to 1 being high and significant for all the parameters, to major major time removal of the parameter. As for the model of retrogression the DBO it is linear where 2. 4 % of efficiency is obtained average, the DQO is a logarithmic retrogression where there is obtained 44. 5 % of the average logarithm of efficiency, logarithmic retrogression is the SST and there is obtained 32,03 % of the average logarithm of efficiency, the entire coliformes there is logarithmic retrogression where there is obtained 42,61 % of the average logarithm of efficiency and the fecal coliformes it is a logarithmic retrogression where there is obtained 34,6 % of the average logarithm of efficiency on having increased the time in 5 days. As for the water quality the following parameters expire with the established limits obtaining the following values: temperature of 29, pH of 7. 4 and SST 142. 3 mg/l.

Words fix: lagoons of stabilization, waste water, quality

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el desarrollo industrial de los países ha generado cantidades grandes de diversos residuos, tantos sólidos, líquidos y gaseosos los cuales en su mayoría son depositados de forma inadecuada, en específico los residuos líquidos que aumentan la contaminación ambiental.

Los efluentes residuales tienen características normales que han sido alteradas por los diferentes procesos donde se utiliza el agua, reduciendo su calidad, estas modificaciones se deben a la presencia de contaminantes; alteración de diferentes características químicas y físicas generando daños ambientales.

En todo Latinoamérica las industrias azucareras son las que más porcentaje de agua requieren para su producción y descargan el doble de agua de la que necesitan en este caso agua residual, lo cual es preocupante generando la sobreexplotación del recurso más importante y contaminando diferentes cuerpos de agua natural como también suelos a los que son vertidos dejando que estos efluentes se degraden naturalmente y alteren sus propiedades.

Es por ello que las aguas residuales provenientes de estas agroindustrias son de importancia durante estos años debido a que contienen distintas características como el alto contenido de materia orgánica y carga contaminante, que generalmente se adquieren en la producción del azúcar, limpieza y lavado de maquinarias donde el agua es utilizada. Dando como alternativa de solución a este problema es la aplicación de lagunas de estabilización para el tratamiento de estas aguas residuales, siendo una alternativa muy adecuada para la remoción de materia orgánica de este tipo de efluentes, también elimina y disminuye algunos contaminantes.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la industria azucarera ubicada en el distrito de Pucalá se desarrolla esta actividad como medio de supervivencia de los pobladores de este lugar, ello se ha vuelto uno de los ingresos más importantes; cabe mencionar que esta empresa opera y vierten sus aguas residuales directamente a sus campos de cultivo generando un impacto ambiental negativo. El problema radica en que estas aguas que son vertidas a muchos de sus cultivos aledaños no cuentan con un tratamiento debido para mejorar su calidad en uso de riego.

La eficiencia de las lagunas de estabilización mejora la calidad de agua tomando en cuenta los parámetros requeridos por la normatividad ambiental, de acuerdo a ello dichas lagunas reducirán las cantidades de Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, Sólidos suspendidos, Potencial de hidrógeno, turbidez, temperatura y Coliformes totales, fecales. Esto ayudara a mejorar la calidad del agua residual para que puedan ser reutilizadas adecuadamente.

La calidad del agua residual es una medida de la condición del agua respecto a sus características fisicoquímicas y biológicas; debido a que la calidad de estas aguas está muy deteriorada porque contienen diferentes tipo y cantidades de contaminantes, esto dependerá del buen funcionamiento de las lagunas de estabilización, analizando los parámetros físicos, químicos y microbiológicos todo ello establecido por las normatividad ambiental.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

ORTÍZ, Jesica y QUISPHE, Johanna.2015. La problemática de esta investigación es en la extractora de aceite de palma OLEOCASTILLO S.A, ecuador, debido a que no tienen un régimen del rendimiento basado en la eficiencia de remoción de contaminantes de sus lagunas de estabilización y la calidad del efluente.

Esta investigación es descriptiva ,se llevó a cabo la evaluación donde se establecieron puntos de muestreo en el sistema de tratamiento de aguas residuales y se hicieron mediciones en cinco fechas diferentes, efectuando un análisis de los parámetros Demanda química de oxígeno (DQO), Demanda biológica de oxígeno (DBO5), Sólidos suspendidos totales (SST), Sólidos totales (ST) y Nitrógeno total kjeldahl (NTK) para saber si se encuentra dentro del rango de eficiencias establecidos en fuentes bibliográficas y de cada una de sus etapas.

Los resultados de laboratorio de las descargas del sistema de tratamiento de OLEOCASTILLO S.A dieron a conocer que la eficiencia de remoción del sistema de tratamiento de aguas residuales de los siguientes parámetros es: DQO 99,42%, DBO 99,45%, SST 96,22%, ST 93,10% y NTK 75,55%.El sistema de tratamiento de aguas residuales presenta una alta eficiencia de remoción de contaminantes y una buena calidad de agua residual con respecto a las normativas ambientales vigentes, también las eficiencias de remoción de contaminantes de las etapas del sistema de tratamiento de aguas residuales se encuentran dentro del rango de eficiencias establecidas en fuentes bibliográficas.

BRAVO, carlina; PERALTA, katiuska.2013.La presente investigación da a conocer la problemática en la municipalidad de Manabí en Ecuador, donde aplican lagunas de estabilización para el tratamiento de sus aguas residuales domésticas, con esto se logra identificar la eficiencia de estas lagunas en el mejoramiento de la calidad de aguas residuales domésticas.

En esta investigación se utilizó el método cuantitativo, se realizaron análisis aguas residuales para determinar la calidad del efluente realizando pruebas de laboratorio de los siguientes parámetros: pH, Oxígeno disuelto, olor, temperatura se realizaron in situ y luego se realizaron 2 muestreos de los parámetros físico, químicos y microbiológicos los cuales son DBO, DQO, sólidos suspendidos totales y nitritos, se realizaron en tres puntos de muestreo en primer lugar se realizó en la tubería de entrada en la laguna, en segundo lugar en la tubería de salida a la segunda laguna y finalmente de la tercera laguna. se tomaron las muestras cada minuto durante una hora en relación a la medición del caudal, todo el muestreo se realizó en un día. Luego se realizaron análisis para determinar la eficiencia del tratamiento siguiendo los parámetros: DBO, DQO y sólidos suspendidos totales

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que disminuyó los parámetros analizados en horas de la tarde que en la mañana obteniendo el 22% de eficiencia del DBO, 25.3% de eficiencia del DQO, 30.37% de eficiencia de sólidos totales. Los cálculos demuestran que el tratamiento de las aguas residuales es deficiente presenta 30%. En cuanto a coliformes fecales, no se presenta ninguna remoción de este parámetro microbiológico. En cuanto a la calidad del agua los resultados obtenidos son que los parámetros no sobrepasan los límites establecidos obteniendo los siguientes valores: temperatura de 23°, DBO de 70.51, DQO de 186.83, pH de, sólidos totales 1115 y nitritos de 0.03.

MORA, José .2014.En esta investigación tiene como problemática el impacto ambiental que generan las aguas residuales de la ciudad de Playas en Guayaquil. Teniendo en funcionamiento lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales. Siendo de mucha importancia establecer procedimientos que controlen la eficiencia del tratamiento y al mismo tiempo evaluar la calidad de estas aguas.

El diseño de la investigación es no experimental, la población es agua residual doméstica. Para la evaluación de las variables se tomaron 5 muestras en 5 fechas diferentes de mes de septiembre a octubre , en la eficiencia de las lagunas de estabilización se efectuaron análisis físicos, químicos y microbiológicos, analizando los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno, demanda química de oxígeno y para analizar la calidad de agua se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: potencial de hidrógeno, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales, nitrógeno amoniacal, nitritos , coliformes fecales y totales los cuales se compararon con los límites máximos permisibles de Ecuador llamado TULAS.

Se obtuvieron los siguientes resultados para la eficiencia se tomaron cinco fechas de muestreo de las cuales tres de estas muestras dan a conocer que la demanda bioquímica de oxígeno incremento y en las dos fechas restantes se observó una eficiencia de 68,3% y 68%, en cuanto al resto de parámetros como la demanda química de oxígeno tienen una eficiencia de 70%.

Para los resultados de calidad de agua se obtuvieron con respecto a los siguientes parámetros: potencial de hidrógeno 7.82, temperatura de 27,20 C°, demanda química de oxígeno 270,34 mgO/l, sólidos totales 3.173,82 mg/l, nitrógeno amoniacal 2,50 mg/l, nitritos 0,05mg/l, coliformes fecales 8E5 UFC/100ml y coliformes totales 13E5 UFC/100ml. los resultados de calidad están fuera de los límites máximos permisibles (TULAS) debido a la poca eficiencia de las lagunas y diferentes defectos como el mal diseño de las lagunas y poco control de los residuos sólidos que se vertían en estas aguas.

SATALAYA, Kiara.2015. En la presente investigación la problemática es el descuido el sistema de tratamiento de lagunas de estabilización en la provincia de Tocache, departamento de San Martín, ya que han pasado varios años de no darle el mantenimiento adecuado y no saber la calidad del efluente. Tiene como objetivos el evaluar la eficiencia del tratamiento y dar soluciones a los problemas.

El diseño de la investigación es no experimental .El procedimiento que se siguió es la toma de muestras para evaluar la eficiencia de las lagunas obteniendo cada una de ellas se obtuvo en 5 fechas de diferentes meses (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero) de la entrada de la planta, luego en la descarga de la planta de tratamiento tomado en cuenta los siguientes parámetros: temperatura, pH, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos totales suspendidos. Para determinar la calidad de efluente se tomaron en cuenta los mismos parámetros comparándolos con los límites máximos permisibles.

Los resultados obtenidos en cuanto a eficiencia de las lagunas de estabilización se obtuvo un 20.76% de eficiencia en cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno, 23.56% de solidos totales suspendidos, estos valores son muy bajo a los descritos por los autores que dan como eficiencia optima 70-80% de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno y 90% de remoción de solidos suspendidos totales. Con esto se determina que el tratamiento es deficiente dependiendo del tiempo de retención hidráulica y el poco mantenimiento que se le da. En cuanto a los resultado de calidad de agua se obtuvieron que la temperatura y el pH están dentro de los límites máximos permisibles, mientras que la demanda química de oxigeno se encontró que también está debajo de los límites máximos permisibles para el vertido de aguas residuales domesticas con 9.14 ml, los siguientes parámetros se encuentran por encima de los límites máximos permisibles son la demanda bioquímica de oxígeno y los sólidos suspendidos totales. Como solución se darán las siguientes alternativas el mantenimiento y limpieza de las lagunas.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS

1.3.1. EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

1.3.1.1. RODRIGUEZ, Juan.2013. la eficiencia de las lagunas de estabilización son las cantidades o porcentajes de los contaminantes que se hayan eliminado, depende de las diferentes condiciones del clima como la temperatura de este, las lagunas de estabilización son el tratamiento más usado y más eficiente ya que solo necesitan tiempo de retención indicado y los factores naturales, estas operan desde pequeñas cantidades de biomasa y hasta en periodos largos o cortos de retención. Bajo esto el autor rodríguez menciona los siguientes indicadores para determinar la eficiencia de las lagunas de estabilización.

SEDIMENTACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN estas son las impurezas del agua residual que se encuentran flotando debido a que son partículas de tamaño grande, representan la parte más importante de materia orgánica que contiene el agua residual, produciendo la eliminación del 75-80%.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO El autor lo define como una estimación de oxígeno que necesitan las poblaciones de microorganismos para poder degradar la materia orgánica. La materia orgánica en aguas residuales normalmente contiene proteínas, carbohidratos, aceites y grasas. Esta materia orgánica puede degradarse bajo condiciones anaerobias o aerobias. Dentro de las lagunas de estabilización estas se pueden remover en un 85-90%

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO esta medida se usa para saber la cantidad de oxígeno que es equivalente al oxidar la materia orgánica mediante un agente oxidante fuerte que puede ser el dicromato que oxida las sustancias que no logran ser oxidadas por el oxígeno es por esto que el valor del DQO es normalmente mayor en una muestra de agua. Los rangos de remoción están en 70-85%.

COLIFORMES FECALES son patógenos donde la bacteria más conocida es la *escherichia coli*, estos son indicadores de la contaminación del agua y su porcentaje de remoción en las lagunas de estabilización es 70-80%

COLIFORMES TOTALES son *enterobacterias* con características gran positivas, anaerobias, facultativas y aerobias de este grupo se generan varias especies como la *escherichia coli*. Su existencia en los tratamientos de agua residual es indicador de contaminación, los cuales eliminan en un porcentaje 70%.

1.3.1.2. ROMERO, J. 1999. El autor define como la cantidad de remoción de los contaminantes en el agua residual que determinan la eficiencia de las lagunas de estabilización, esto se hace mediante un grupo de parámetros los cuales sirven como indicadores para los autores.

Según el autor los indicadores de eficiencia son:

SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (SST) están en el agua residual formados por desperdicios de alimentos papel trapos, forman una masa sólida en el agua. Tienen un rango de 60-70%remoción que sucede en la sedimentación de las lagunas o en procesos anteriores como en el tamizado.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) cantidad necesaria de oxígeno para oxidación biológica de los compuestos del agua residual. Es un método usado frecuentemente en los sistemas de tratamiento de agua residual ya que si existe oxígeno disponible la descomposición de la materia orgánica continuara hasta que esta se haya degradado. El rango de remoción es 50-70%.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) esta prueba se usa para medir la cantidad de material orgánico que se encuentra en el agua residual que es sensible a ser oxidado por medio de químicos. Rango de remoción de 75-80%

COLIFORMES TOTALES son de características biológicas y químicas comunes y son de mucha importancia ya que sirven como indicador de contaminación aparte de la fecal, estas pueden eliminarse en 60% a más.

COLIFORMES FECALES sirven como indicadores de la contaminación fecal del agua residual, estos patógenos son un poco difíciles de identificar y aislar. Los rangos de remoción están entre 75- 80% donde se demuestra la eficiencia del tratamiento

1.3.1.3. SATALAYA, Kiara.2015.el autor lo define como la capacidad de rendimiento de este tratamiento con objetivo principal la remoción de carga orgánica y más contaminante que estas contienen, disminuyendo estos indicadores se logra demostrar la eficiencia de este tratamiento. Bajo esto el autor menciona los siguientes indicadores:

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO el autor dice que es la cantidad de oxígeno que contienen las aguas residuales para que los microorganismos como bacterias anaerobias, aerobias y algas consuman en la degradación de la materia orgánica. Está en el rango de 50- 90 % de remoción.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO cantidad de oxígeno que las bacterias consumen en la oxidación de las sustancias orgánicas de las lagunas de estabilización donde se puede reducir hasta en 80%. Se emplea el dicromato potásico para medir el contenido de materia orgánica.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS .según el autor las aguas residuales de las lagunas de estabilización contienen todo tipo de solidos diferenciándose los orgánicos de los inorgánicos. Estos se encuentran flotando en las lagunas debido a que son de un tamaño visibles. El porcentaje de remoción de solidos suspendidos en una laguna de estabilización está en un rango de 70-90%

COLIFORMES TOTALES. Estos patógenos están presentes en aguas normales como residuales ya que estos proliferan muy rápido, se utilizan como indicadores de la eficiencia de tratamientos ya que su remoción llega a estar entre porcentajes de 70% - 80%. Por lo tanto, el número de coliformes y su reducción en un tratamiento por medio de lagunas indica la calidad general del agua desde el punto de vista bacteriológico

COLIFORMES FECALES. Estos dan una característica al agua residual. Es indispensable su remoción en las lagunas de estabilización por la sanidad del efluente porque estos son virus que causan enfermedades intestinales, el porcentaje de remoción de los coliformes en las lagunas es 70-80 %

1.3.2. CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

1.3.2.1. MEJÍA, Mario. 2005. La calidad del agua es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas. también la calidad se puede definir dependiendo de la cantidad de sólidos y gases que se encuentren en ella de forma suspendida o en solución. Para medir exactamente los parámetros de calidad es un poco complicado ya que existe un pequeño margen de error principalmente en el tipo de muestreo de acuerdo al espacio y tiempo y en los análisis de laboratorio.

Bajo esto el autor Mejía menciona las siguientes dimensiones con sus respectivos indicadores para determinar la calidad del agua.

PARÁMETROS FÍSICOS. Estos parámetros son más relacionados con las características del agua en sentido de percepción como puede ser la contaminación de agua por desechos sólidos, color, etc.

TEMPERATURA. Es un parámetro físico muy importante ya que este influye en el tiempo que se da de la actividad biológica, precipitación de compuestos, sedimentación. Hay muchos factores principalmente ambientales que hacen que la temperatura varíe.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES. Representa la cantidad de residuos sólidos filtrables, esta característica afecta la calidad del agua en diferentes aspectos como en su mal sabor al paladar en agua potable. se mide con filtraciones en membranas y secados a 105°C.

PARÁMETROS QUÍMICOS. Estos parámetros son más relacionados con desechos tóxicos, están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. Este parámetro representa la materia orgánica biodegradable. es el parámetro más utilizado para determinar la calidad de agua, esta es la medida de oxidación de las materias oxidables presentes en el agua de cualquier origen orgánico o mineral.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO. Es la cantidad de oxígeno que han consumido cuerpos reductores presentes en el agua sin la presencia de organismos vivos. Determina el total de materia orgánica oxidable, biodegradable y no biodegradable.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO. es la concentración de iones de hidrogeno en el agua, este parámetro indica estado del agua si se encuentra en estado ácido o alcalino. Esta medición es muy importante porque interpreta la solubilidad de los diferentes componentes químicos y permite la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS. Se relaciona por la presencia de microorganismos patógenos de heces humanas y animales. Tiene mucha importancia conocer el tipo de bacteria y la cantidad de estas en el agua.

COLIFORMES FECALES. La bacteria coliforme está presente en las heces humanas y de animales y esta sirve como indicador de contaminación de agua.

COLIFORMES TOTALES. El grupo coliforme está conformado por todas las bacterias gram negativas no necesariamente de origen fecal, Para evaluar de forma amplia la calidad bacteriológica del agua se determina la presencia o ausencia de organismos coliformes. Los organismos patógenos como los coliformes fecales están dentro del grupo de los coliformes, pero no todos los coliformes son patógenos, la presencia de coliformes en una muestra de agua no siempre indica la presencia de organismos causantes de enfermedades.

1.3.2.2. VÁSQUEZ, David. 2003. el agua para consumo humano se puede consumir sin ningún peligro ya que esta es libre de contaminantes. pero un agua contaminada contiene microorganismos y sustancias tóxicas de diferentes orígenes. Existen diferentes tipos de impurezas que están en diferentes cantidades y porcentajes y estas definen la calidad del agua como estas que el autor Vásquez toma dimensiones y sus respectivos indicadores:

PARÁMETROS FÍSICOS: contribuyentes del agua que son fáciles de ser percibidas por los sentidos, menciona dos características que el autor toma como indicadores:

TEMPERATURA. Esta característica por lo general es mayor que la del agua potable como consecuencia de los vertimientos de industrias.

La medida de la temperatura es importante en los sistemas de tratamiento ya que incluye procesos biológicos, también es importante porque afecta a reacciones químicas y la vida acuática.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES. Este parámetro es uno de los más usados en estándares para definir la utilización y evaluación de los efluentes. También señala la necesidad de filtración del agua antes de ser usada.

PARÁMETROS QUÍMICOS. Son importantes de mencionar por la existencia de cantidades considerables de elementos químicos en aguas residuales. Estas son importantes debido a que con la medición de estos indicadores se puede saber la calidad de agua y su reutilización. Bajo esto el autor menciona los siguientes indicadores:

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH). Expresión con la que se mide la concentración de hidrógeno en una solución en este caso el agua residual. Las aguas residuales están en un intervalo de 6.5-8.5 siendo los valores mayores a estos favorecedores del crecimiento de la bacteria E.coli y menores favorecedores de crecimiento de vida acuática. Es un parámetro importante ya que varía con la cantidad de los factores bióticos, químicos y la remoción de contaminantes.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. Cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para reducir la cantidad de materia orgánica de las aguas residuales.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO. Algunas cantidades de materiales orgánicos no llegan a degradarse por ser tóxicos o por tener una reducción muy lenta, estos materiales son considerados como orgánicos no biodegradables como los pesticidas, insecticidas. Para dar a conocer las cantidades de estos materiales se hace la prueba de la demanda química de oxígeno y se puede calcular la cantidad de residuos orgánicos no biodegradables.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS. El agua residual puede contener microorganismos de diferentes clases, la mayoría de ellos perjudiciales para la salud.

COLIFORMES TOTALES en este grupo de bacterias se consideran especies fecales y ambientales. Los coliformes proliferan y viven en agua residual o normal y estos son indicadores de la contaminación porque son fáciles de detectar y enumerarlas.

COLIFORMES FECALES Los organismos patógenos que pueden existir en las aguas residuales son, generalmente, pocos y difíciles de aislar e identificar. Por esta razón los coliformes fecales se han establecidos como organismos indicadores biológicos de la contaminación fecal del agua.

1.3.2.3. BI, Zhen, 2009. la calidad del agua se refiere a sus características físicas, químicas y microbiológicas, el tipo de agua que se debe utilizar para riego tiene dos efectos importantes uno a corto plazo que es el que influye en la producción, calidad y tipo de cultivo y la de largo plazo que puede ser muy nocivo para el suelo de cultivo haciendo completamente inservible para la agricultura. Cual sea el origen del agua debe cumplir con los parámetros que exige un agua de riego, estas pueden variar de acuerdo a las propiedades del suelo. según este autor toma como dimensión los parámetros: Los tipos de parámetros considerados en la evaluación de calidad de agua deben considerar características físicas, químicas y biológicas. Y así también nombra algunos indicadores:

PARÁMETROS FÍSICOS. Permiten determinar de forma cualitativa la calidad y el estado del agua.

TEMPERATURA. Este es un parámetro que mide el calor del agua, su unidad de medida es centígrados. Al verter agua con temperaturas altas a las aguas superficiales causa daños a la flora y fauna acuática.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES. Este parámetro son los residuos de materia orgánica, esto influye sobre las características del agua como el sabor y la dureza dependiendo del tipo de residuo.

PARÁMETROS QUÍMICOS. La calidad del agua está determinada por diferentes sustancias químicas.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. Este parámetro mide la cantidad de oxígeno que esta disuelto y necesitan de microorganismos para oxidar bioquímicamente la materia orgánica. Es muy útil ya que con este se puede determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar la materia orgánica de un agua residual.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO. Se entiende por este parámetro como la cantidad de materia orgánica e inorgánica en el agua. Este parámetro mide directamente el contenido de materia orgánica del agua residual, las cantidades mayormente son mayores a la demanda bioquímica de oxígeno.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO. Este parámetro es de mucha importancia en diferentes tratamientos biológicos debido a que los microorganismos se desarrollan en un intervalo de pH 6.0 y 8.0.

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO. El agua contiene gran variedad de microorganismos dependiendo del uso que esta tenga. La calidad de las agua se relaciona directamente con la cantidad de microorganismos presentes en esta. El impacto de estos microorganismos en el agua produce grandes enfermedades infecciosas y también hacen variar algunas características como el olor y el sabor del agua.

COLIFORMES FECALES. Son coliformes termorrecistentes, comprende el género *escherichia coli*. Son fáciles de detectar es por eso que las utilizan como indicadores de contaminación en aguas.

COLIFORMES TOTALES. Este grupo de bacterias constituyen la familia *enterobacteriaceae* y tiene la capacidad de fermentar y producir ácido y gas. Las bacterias que se encuentran en este grupo son Gram negativos, dentro de ellos esta: *enterobacter*, *citrobacter*, etc.

1.3.2.4. CALSIN, Katherine. 2016. La calidad del agua se define con los elementos que las componen que están presentes en ellas los que demuestran su condición, sin embargo algunos de estos elementos son de importancia en el agua ya que influyen en la elección del tratamiento que se le pueda dar. El autor define dimensiones y los indicadores:

PARÁMETROS FÍSICOS. Son características del agua porque son perceptibles con los sentidos y tienen mucha importancia en las condiciones y calidad del agua.

TEMPERATURA. La variación de este parámetro puede afectar la calidad de agua residual, si estas es utiliza para regar cultivos se pueden ver afectados diversos factores.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES. La materia suspendida son partículas pequeñas, que no se pueden retirar por medio de estabilización y pueden ser identificadas esto afecta de forma negativa a la calidad del agua.

PARÁMETROS QUÍMICOS: Son la capacidad del agua para disolver diversas sustancias químicas como nutrientes, sales, materia orgánica.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH). Este parámetro cuando se encuentra fuera del intervalo de 6.5-8.4, la calidad del agua es buena, es posible que la contaminación de estas puede ser negativo, si esta agua se usa para el riego de suelos afectaría a la población microbiana y alteraría su equilibrio.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO). Cantidades de oxígeno que necesitan diferentes microorganismos para poder degradar las cantidades de materia orgánica presentes en el agua residual. Es muy necesario controlar este parámetro para asegurar una buena calidad de agua y al mismo tiempo cumplir con los estándares de calidad sin crear alteraciones en el medio ambiente colocando en peligro nuestro ecosistema.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO). El autor la define como la medida que representa la cantidad de contaminación orgánica que tiene el agua residual siendo un parámetro principal para controlar. Dándonos una idea del grado toxico del agua residual.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS .En el agua pueden habitar muchas especies biológicas que llevan a cabo un ciclo vital. Estas especies son las sirven como indicadores de calidad del agua, dado que su presencia indica la situación del agua

COLIFORME TOTAL. El grupo coliforme agrupa los géneros como, Escherichia, Enterobacter y Serratia. Estos géneros se encuentran en grandes cantidades en el ambiente como el agua, vegetación y suelos, no están relacionados directamente con la contaminación fecal y no representan un riesgo para la salud. Las bacterias coliformes, no deben estar presentes en sistemas almacenamiento de agua, y si es así indica que el tratamiento es inadecuado. Han demostrado que la especie de Enterobacter

coloniza con en las superficies del interior de las cañerías de agua y tanques donde se almacena, crecen formando una biopelícula cuando las condiciones son buenas, es decir, hay presencia de nutrientes, temperaturas cálidas, pocas cantidades de desinfectantes y mucho tiempo de almacenamiento.

COLIFORME FECAL. Estas son una clase de bacterias que se encuentran dentro del grupo de coliformes totales. Comprenden principalmente la *enterobacter* y las *escherichia coli*. Su origen es fecal y por eso son considerados como indicadores de contaminación fecal principalmente la E.coli porque estas bacterias son las más seguras para indicar contaminación.

1.4. MARCO CONCEPTUAL

1.4.1. Lagunas de estabilización

Según el autor (**RODRÍGUEZ, Juan, 2013**) las lagunas de estabilización son el método más simple y de menos costo de tratamiento de agua. Estas son excavaciones de poca profundidad, pueden ser cuadradas o rectangulares. Estas lagunas tienen como finalidad:

- reducir las cantidades de materia orgánica
- eliminación de microorganismos (coliformes totales)
- utilizar las aguas tratadas para riego agrícola

Este autor clasifica a las lagunas de estabilización en cuatro tipos:

Lagunas aerobias. Son lagunas de poca profundidad relativamente de 1 a 1.5m que dependen de la aireación que ellas tengan ya sea naturalmente o mecánica, estas lagunas producen la degradación de la materia orgánica con la actividad de bacterias aerobias que son las que consumen el oxígeno que se produce en la fotosíntesis por las algas. Cualquier organismo vivo presente en este tipo de lagunas depende de los factores como la carga orgánica, pH, nutrientes, temperatura y luz solar.

Lagunas anaerobias. Son lagunas con profundidades de 2 a 5 m, estas trabajan con una carga orgánica muy elevada, poco tiempo de retención y bajo contenido de oxígeno.

El objetivo de estas lagunas es retener la mayoría de sólidos suspendidos y eliminar parte de materia orgánica.

Lagunas facultativas. Son lagunas con profundidades de 1 a 2 m. Estas lagunas poseen dos zonas diferentes, en la superficie la aerobia y en el fondo la anaerobia.

El objetivo de estas lagunas es de estabilizar la materia orgánica en un medio con oxígeno el cual lo proporcionan las algas, en las lagunas facultativas están presentes bacterias anaerobias y aerobias estrictas que actúan junto a las algas en la degradación de la materia orgánica. Las bacterias utilizan el oxígeno que las algas producen en la fotosíntesis para degradar los compuestos orgánicos, donde se liberan diferentes nutrientes y dióxido de carbono que es utilizado por las algas para su crecimiento.

Lagunas de maduración. Estas lagunas tienen una profundidad de 1 a 1.5 m. Su objetivo principal es eliminar las bacterias aparte de ello mejora la apariencia del color del efluente y elimina diferentes nutrientes. Estas lagunas son la última etapa de un tratamiento con sistemas de lagunas debido a que elimina patógenos dependiendo los días de retención que pueden variar entre 3 a 10 días.

ROLIM, Sergio, 1999. Son estructuras simples que estabilizan el agua a profundidades no muy grandes con ciertos periodos de retención. Estas lagunas realizan diferentes procesos de autodepuración, estabilización de forma natural.

Algunos de los factores que intervienen en las lagunas son físicos como temperatura, también pueden ser químicos y biológicos.

Tiene como objetivos la disminución de la carga orgánica de aguas residuales, reducción de las bacterias y dar un reúso al tipo de efluente en la agricultura.

Según el autor Rolim las lagunas de estabilización son de diferentes tipos:

Lagunas aerobias. Son lagunas que funcionan con presencia de oxígeno, estas pueden tener profundidades de 30 a 50 cm para que pueda estar bien oxigenada, los tiempos de retención varían entre 4 a 6 días permitiendo la remoción del 95% de DBO.

Lagunas anaerobias. Estas lagunas trabajan con bacterias que no requieren de oxígeno para reducir la materia orgánica, son más sensibles a los factores ambientales, por otro lado estas producen olores desagradables.

Suelen recibir aguas residuales con cargas orgánicas hasta de 600kg de DBO, su profundidad oscila entre 2 a 5 m y reduce hasta el 85-5 de DBO.

Lagunas facultativas. Laguna que tiene una parte superior aerobia y la parte inferior anaerobia de forma en que lo procesos aerobios y anaerobios se producen en forma homogénea.

En la parte aerobia de la laguna se realizan la simbiosis entre bacterias y algas en presencia del oxígeno y en la parte inferior se produce la degradación de la materia orgánica por medio de bacterias anaerobias. La carga de DBO que estas pueden aceptar de 85 a 170 kg, su eficiencia varía entre 70-90%.

Lagunas de maduración. Son lagunas que tiene como objetivo eliminar bacterias patógenas, estas operan casi siempre últimas en los sistemas de tratamiento ya que habitualmente están anticipadas de una anaerobia o facultativa.

Además de desinfectar estas eliminan ciertos nutrientes dejando un color más claro en el efluente y muy bien oxigenado

1.5. FORMULACIÓN AL PROBLEMA

¿La eficiencia de las lagunas de estabilización mejorará significativamente la calidad del agua residual para uso agrícola de industria azucarera Pucalá?

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Debido a las limitadas cantidades de agua que hay para satisfacer poblaciones, cultivos y la disminución del impacto ambiental, las aguas residuales se dan como una alternativa para satisfacer un poco de la necesidad de este recurso.

Esta investigación inicia por el problema ambiental que causan las industrias azucareras como se sabe es de las que más desarrollada está en la región. Las grandes cantidades de agua residual que son vertidas en diferentes tipos de cuerpos receptores que van degradando la calidad de agua y en este caso suelos donde se cultiva debido a que son regados con este tipo de agua sin ningún tratamiento previo; el fin es mejorar la calidad de estas aguas empleando lagunas de estabilización resultando un tratamiento adecuado de acuerdo a las características físicas, químicas y microbiológicas de éstas. Así también con la ejecución de esta investigación se reducirá los gastos en tratar los cultivos afectados por estas aguas y cantidades de consumo de agua potable.

1.7. HIPÓTESIS

La eficiencia de las lagunas de estabilización mejorará significativamente la calidad del agua residual para uso agrícola en la industria azucarera Pucalá.

1.8. OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar la mejora significativa de la calidad del agua residual usando la eficiencia de las lagunas de estabilización para uso agrícola en la industria azucarera Pucalá.

Objetivos específicos:

- Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos una medida antes y cinco medidas después de aplicar las lagunas de estabilización
- Probar la eficiencia de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos estadísticamente en función del tiempo.
- Comparar los resultados obtenidos con los límites máximos permisibles

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

- El diseño de Investigación es no experimental,
- Longitudinal – correlacional

2.2. Variables y operacionalización

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	INDICADORES	RANGO
EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	La capacidad de rendimiento de este tratamiento con objetivo principal la remoción de carga orgánica y más contaminante que estas contiene, disminuyendo estos indicadores se logra demostrar la eficiencia de estas lagunas	Para poder reducir los indicadores será necesario extraer una muestra antes y cinco después de 1000 ml del agua residual de la industria Pucalá, a las cuales se les realizaran análisis físicos, químicos y microbiológicos en el laboratorio.	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	50- 90 % remoción
			DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	70-85% remoción
			SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	70- 90% remoción
			COLIFORMES FECALES COLIFORMES TOTALES	70-80% remoción 60-80% remoción

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	RANGO
CALIDAD DE AGUA RESIDUAL	La calidad del agua se refiere a sus características físicas, químicas y microbiológicas, el tipo de agua que se debe utilizar para riego tiene dos efectos importantes uno a corto plazo que es el que influye en la producción, calidad y tipo de cultivo y la de largo plazo que puede ser muy nocivo para el suelo de cultivo haciendo completamente inservible para la agricultura. Cual sea el origen del agua debe cumplir con los parámetros que exige un agua de riego, estas pueden variar de acuerdo a las propiedades del suelo.	Para poder reducir los parámetros será necesario extraer 1 muestra de 1000 ml del agua residual de las cuales se harán análisis físicos, químicos y microbiológicos después del tratamiento.	PARAMETROS FÍSICOS	temperatura	C°	< 35]
			PARÁMETROS QUÍMICOS	pH DBO DQO	mg/l mg/l	6.5-8.5 < 100] < 200]
			PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Coliformes fecales coliformes totales	NMP/100ml	< 10 000]

2.3. Población y muestra

Población: Agua residual de la industria azucarera Pucalá

Muestra: 40 litros del agua residual de la industria azucarera Pucalá

Muestreo: aleatorio

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de los datos se realizó mediante técnicas de campo, técnicas de laboratorio

2.4.1. Técnica de investigación: se consultó la información necesaria de diferente tipo como bibliográfica y conceptual.

2.4.2. Técnicas de campo

Preparación de lugar: se hicieron las excavaciones en el terreno para las 2 lagunas de estabilización

Toma de muestras: para tomar las muestras de agua se utilizaron envases de polietileno, cooler para el transporte de las muestras.

2.4.3. Técnicas de laboratorio :

Las muestras se analizaron en el laboratorio de EPSEL- Chiclayo y la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

2.4.4. Técnicas de procesar datos :

Se utilizaron los programas Excel y SPSS

2.4.5. Validación

La validación de los resultados fue certificado por el laboratorio de EPSEL- CHICLAYO y el laboratorio de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO (ANEXO N°3)

2.5. Métodos de análisis de datos

2.5.1. Método cuantitativo

Se utilizó este método porque nos permite medir, analizar la eficiencia de las lagunas y calidad de agua. se procesaron los datos en SPSS con el modelo de regresión.

2.5.2. Dimensionamiento de las lagunas de estabilización

a) Laguna anaerobia

Cálculo del volumen y el área de la laguna:

a) Tiempo de retención

$$t = A \cdot h / Q$$

$$t = (0.15 \text{ m}^2) \cdot (0.50 \text{ m}) / (0.015 \text{ m}^3)$$

$$t = 5 \text{ días}$$

A= área de la laguna

h= profundidad

Q= caudal

b) Volumen de la laguna :

$$V = Q \cdot t$$

$$V = 0.015 \text{ m}^3/\text{día} \times 5 \text{ día}$$

$$v = 0.075 \text{ m}^3$$

t= tiempo en días de la retención del agua

c) Área de la laguna :

$$A = V / h$$

$$A = 0.075 \text{ m}^3 / 0.5 \text{ m}$$

$$A = 0.15 \text{ m}^2$$

v= volumen h= altura

Largo	0.60 m
Ancho	0.25 m
Profundidad o altura	0.50 m

TABLA N° 1:

Dimensiones de la laguna anaerobia

d) carga orgánica :

$$C.O = \frac{V * DBO5}{A}$$

A

$$C_s = 0.075 * 330 / 0.15$$

$$C_s = 165$$

v= volumen de la laguna anaerobia

DBO= demanda bioquímica de oxígeno del efluente

A = área de la laguna

e) Carga superficial :

$$C.S = 20(T) - 100$$

$$C.S = 20(21) - 100$$

$$C.S = 320$$

T= temperatura del aire mensual

b) Laguna facultativa

Cálculo del volumen y el área de la laguna:

a) tiempo de retención

$$t = \frac{A * h}{Q}$$

$$t = \frac{(0.5 \text{ m}^2) * (0.30 \text{ m})}{(0.015 \text{ m}^3)}$$

$$t = 10 \text{ días}$$

b) volumen de la laguna :

$$V = Q * t$$

$$V = 0.015 \text{ m}^3/\text{día} \times 10 \text{ día}$$

$$v = 0.15 \text{ m}^3$$

t= tiempo en días de la retención del agua

c) área de la laguna :

$$A = V / h$$

$$A = 0.15 \text{ m}^3 / 0.30 \text{ m}$$

$$A = 0.5 \text{ m}^2$$

v= volumen h= altura

Largo	1 m
Ancho	0.50 m
Profundidad o altura	0.25 m

TABLA N° 2:

Dimensiones de la laguna facultativa

d) carga orgánica :

$$C.O = \frac{V * DBO5}{A}$$

$$C.O = 99$$

e) carga superficial

$$C.S = 250(1.085)^{T-20}$$

$$C.S = 250(1.085)^{21-20}$$

$$C.S = 271.25$$

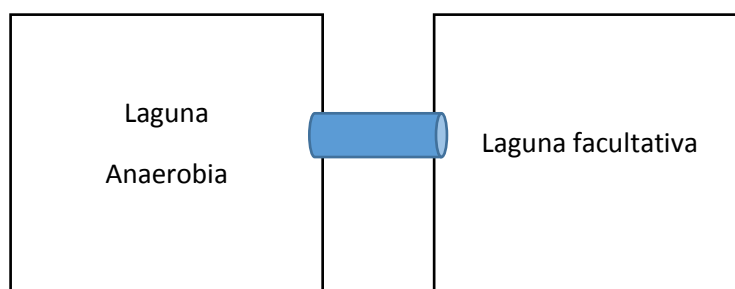


FIGURA N°1:
Estructura de las lagunas de estabilización

2.5.3. Muestras

1. Las muestras se recogieron en la industria azucarera, en el distrito de Pucalá.
2. Se tomó muestras del agua residual antes que pase por el tratamiento de lagunas de estabilización, luego se tomó muestras en el final del tratamiento.
3. las muestras se toman de forma aleatoria tomando 5 repeticiones

Antes del tratamiento: Teniendo en cuenta que se tomó una muestra para la medición de la variable independiente, este muestreo se realizó antes y después del tratamiento de lagunas de estabilización. Donde se realizó 5 análisis los cuales son:

	DBO	DQO	pH	T°	COLIFOR MES FECALES	COLIFORMES TOTALES
M1	X	X	X	X	X	X

TABLA N° 3:
Muestra antes del tratamiento

Después del tratamiento:

- Se tomó un total de 5 muestras cada 5 días de 1000 ml cada una, estas muestras se obtuvieron después de haber pasado por el tratamiento de lagunas de estabilización.

TABLA N° 4:

	DB O	DQ O	S ST	COLIFORM ES FECALES	COLIFORM ES TOTALES
M 1	X	X	X	X	X
M 2	X	X	X	X	X
M 3	X	X	X	X	X
M 4	X	X	X	X	X
M 5	X	X	X	X	X

Muestras después del tratamiento

- para el muestreo de la variable calidad de agua se tomó 1 muestra de agua residual después del tratamiento la cual se comparara con los límites máximos permisibles establecidos por el estado, donde se realizaron 7 análisis, los cuales son:

TABLA N° 5:

	DB O	DQ O	SS T	COLIFORM ES FECALES	COLIFORM ES TOTALES
Muestra general	X	X	X	X	X

Muestra después del tratamiento para calidad de agua

Fechas de recojo de las muestras

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA
Muestra general	19/09/17- 02/ 10/17	8:00 am
Muestra 1	02/10/17	8:30 am
Muestra 2	06/10/17	8:30 am
Muestra 3	10/10/17	8:30 am
Muestra 4	16/10/17	8:30 am
Muestra 5	20/10/17	8:30 am

TABLA N° 6:
Fechas de recolección de muestras

2.5.4. Métodos de análisis de las muestras de agua

a) Método para demanda bioquímica de oxígeno

Para la determinación del DBO5 se recogió las muestras en envases de polietileno de 1L de capacidad, luego se colocaron en un cooler con hielo y son llevadas al laboratorio.

Este parámetro se determinó con el método del DBO5 el cual consiste en toma 300 ml de la muestra con dos tipos de reactivos en este caso el tiosulfato y ácido sulfúrico luego se deja reposar por 5 días en un frasco oscuro para evitar la luz de esta forma no se realiza la fotosíntesis ni se generan gases, luego se de los 5 días se obtiene los resultados de la titulación y se establece en las formulas.

b) Método para la demanda bioquímica de oxígeno

Para la determinación de este parámetro se realizó con un reactor 839800 a 150 C° en el cual se colocaron 2 viales uno con agua destilada y el otro con 0.2ml de muestra más el reactivo durante dos horas. Al finalizar el periodo se espera 20 minutos para que los viales se enfríen. Luego necesitaremos de enfriados los viales se llevan al multi-parámetro donde se leerá la muestra.

c) Método para coliformes fecales

Las muestras se recolectaron en envases esterilizados lo cuales se llevaron al laboratorio en un cooler, se utilizó el método de tubos múltiples que consta en 3 etapas: prueba presuntiva la cual consiste en colocar cantidades de muestra y caldo lauril en tubos en serie durante 48 horas en una incubadora a 45°C, la prueba confirmativa es donde se elige a los tubos donde hay producción de gas y prueba complementaria consiste en sembrar con la inoculación de los tubos en placas con agar endo a 35°C por 48 horas.

d) Método para coliformes totales

Las muestras se recolectaron en envases de vidrio esterilizados luego se llevaron en un termo al laboratorio. Este parámetro se determinó por el mismo método de los coliformes fecales a diferente temperatura de 37°C

e) Método para solidos totales en suspensión

Para la determinación de este parámetro se realizó con el multi-parámetro y para corroborar el resultado se realizó con el método donde se filtra la muestra se seca en la estufa a 105°C. Se anota el resultado del tarado inicial del filtro sin nada y el resultado de filtro secado con la muestras ambos se restan, se multiplica por 1000 y se divide entre el volumen de la muestra en ml.

f) Método para la determinación del potencial de hidrogeno

El procedimiento de recojo de muestra fue el mismo, este se determinó con un pH-metro el cual se tiene que calibrar con diferentes disoluciones o buffer. Al estar calibrado el electrodo se coloca una cantidad de muestra en un matraz y se procede a leer el valor de Ph.

g) Método para la determinación de la temperatura

Este parámetro se determinó por medio de un termómetro recolectando muestra en un recipiente donde se colocó el termómetro y se dio la lectura.

2.5.5. Límites máximos permisibles (decreto supremo N°003-2010-MINAM)

Estos LMP son valores que se aplican al vertimiento de los distintos efluentes líquidos, son de carácter obligatorio y es exigido por el ministerio del ambiente.

El decreto supremo aparte de establecer los límites máximos permisibles para agua potable, establece los límites máximos para aguas provenientes de una planta de tratamiento.

PARAMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
Aceites y grasas	mg/l	20
Coliformes termo tolerantes	NMP/100ml	10 000
Demanda bioquímica e oxígeno	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	mg/l	200
Ph		6.5-8.5
Sólidos suspendidos totales	mg/l	150
temperatura	C	<35

Fuente: decreto supremo N°003-2010-MINAM

TABLA N° 7:
Límites máximos permisibles

2.6. Aspectos éticos

En la formación académica estamos sometidos a las diferentes normas ambientales que se establecen, este proyecto de investigación se dio a conocer resultados verídicos de una realidad problemática existente. En este proyecto de investigación se muestra información obtenida de diferentes interpretaciones de autores debido a la problemática que se da en las diferentes industrias con la mal disposición de sus aguas residuales generando grandes impactos ambientales negativos, deteriorando ríos y diferentes tipos de cuerpos superficiales de agua.

III. RESULTADOS

3.1. PRE- ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Parámetros	Unidades	Métodos	Pre Análisis	ECAA
DBO	mg/L	DBO 5	330	100
DQO	mg/L	Reactor 839800	1550.5	200
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	multiparametro	312	150
Coliformes fecales	NMP/100mL	Tubos Múltiples	48000	10 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	Tubos Múltiples	48000	10 000

TABLA N° 8 :

Datos de laboratorio de microbiología y tecnología de UCV y laboratorio de EPSEL

Fecha	Sólidos totales en Suspensión	Coliformes Fecales	DBO	DQO	Coliformes Totales
	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	NMP/100mL
02/10/17	230	33000	325	624.63	33000
06/10/17	174	33000	320	591.71	26000
10/10/17	169	26000	317	580.73	26000
16/10/17	166	21000	315	555.12	17000
20/10/17	142,3	18000	280	516.1	12000
PROMEDIO	176.26	26200	311.4	573.65	22800

3.2. POST-ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

TABLA N° 9:

Datos del laboratorio de EPSEL-entidad prestadora se saneamiento de Lambayeque

3.3. PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL PROGRAMA SPSS

3.3.1. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO :

Modelo de regresión lineal

DBO	% eficiencia
MUESTRA GENERAL	0%
MUESTRA 1	2%
MUESTRA 2	3%
MUESTRA 3	4%
MUESTRA 4	4.50%
MUESTRA 5	15.15%

TABLA N° 10:

Porcentajes de eficiencia de la DBO

Correlaciones			
		Y	T
Y	Coefficiente de correlación	1,000	1,000**
	Sig. (bilateral)	.	0
	N	6	6
T	Coefficiente de correlación	1,000**	1,000
	Sig. (bilateral)	0	.
	N	6	6

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

TABLA N° 11:

Prueba de hipótesis de spearman

Interpretación:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Dado un $\alpha=0.05$ y p- valor = 0.000 rechazo la hipótesis nula, entonces la correlación es mayor que cero y significativa

Coefficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
T	2,407	,761	,845	3,162	,034
(Constante)	-3,650	2,965		-1,231	,286

TABLA N° 12:

Modelo de regresión

$$\hat{y} = -3.65 + 2.407x$$

Interpretación:

Cuando se incrementa el tiempo en 5 días la eficiencia de la demanda bioquímica de oxígeno incrementa en promedio en 2.407%

3.3.2. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

Modelo de regresión logarítmico

DQO	% de eficiencia
MUESTRA GENERAL	0%
MUESTRA 1	59.70%
MUESTRA 2	61.83%
MUESTRA 3	62.54%
MUESTRA 4	64.19%
MUESTRA 5	66.70%

TABLA N° 13:

Porcentajes de eficiencia de la DQO

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
ln(T)	44,509	5,104	,969	8,720	,000

TABLA N° 14:
Modelo de regresión

$$\hat{y} = 44.509 \ln x$$

Interpretación:

Cuando se incrementa el logaritmo del tiempo en 5 días la eficiencia de la demanda Bioquímica de Oxígeno se incrementa en 44.509% en promedio

Correlaciones				
		Y	T	
Rho de Spearman	Y	Coeficiente de correlación	1,000	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	6	6
Rho de Spearman	T	Coeficiente de correlación	1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	6	6

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

TABLA N° 15:
Prueba de hipótesis de spearman

Interpretación:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Dado un $\alpha=0.05$ y p- valor = 0.000 rechazo la hipótesis nula, entonces la correlación es mayor que cero y significativa

3.3.3. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Modelo de regresión logarítmica

SST	% de eficiencia
MUESTRA A	0%
MUESTRA 1	26.20%
MUESTRA 2	44.20%
MUESTRA 3	45.80%
MUESTRA 4	45.83%
MUESTRA 5	54.39%

TABLA N° 16:

Porcentajes de eficiencia de los SST

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
ln(T)	32,033	1,730	,993	18,513	,000

TABLA N° 17:

Modelo de regresión

$$\hat{y} = 32,033 \ln x$$

Interpretación:

Cuando se incrementa el logaritmo del tiempo en 5 días la eficiencia de los sólidos suspendidos totales se incrementa en 32,033% en promedio

Correlaciones				
		Y	T	
Rho de Spearman	Y	Coeficiente de correlación	1,000	1,000**
		Sig. (bilateral)		
	N	6	6	
Rho de Spearman	T	Coeficiente de correlación	1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	.	.
	N	6	6	

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

TABLA N° 18:

Prueba de hipótesis de spearman

Interpretación:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Dado un $\alpha=0.05$ y p- valor = 0.000 rechazo la hipótesis nula, entonces la correlación es mayor que cero y significativa

3.3.4. COLIFORMES FECALES

Modelo de regresión logarítmico

C.FECALES	% de eficiencia
MUESTRA A	0%
MUESTRA 1	33.25%
MUESTRA 2	33.25%
MUESTRA 3	45.83%
MUESTRA 4	56.25%
MUESTRA 5	62.50%

TABLA N° 19:

Porcentajes de eficiencia de coliformes fecales

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
ln(T)	34,605	1,554	,995	22,261	,000

TABLA N° 20:

Modelo de regresión

$$\hat{y} = 34,605 \text{ Ln } x$$

Interpretación:

Cuando se incrementa el logaritmo del tiempo en 5 días la eficiencia de los sólidos suspendidos totales se incrementa en 34,605% en promedio

Correlaciones				
		Y	T	
Rho de Spearman	Y	Coeficiente de correlación	1,000	,986**
		Sig. (bilateral)	.	,000
	T	Coeficiente de correlación	,986**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	6	6

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

TABLA N° 21:

Prueba de hipótesis de spearman

Interpretación:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Dado un $\alpha=0.05$ y p- valor = 0.000 rechazo la hipótesis nula, entonces la correlación es mayor que cero y significativa

3.3.5. COLIFORMES TOTALES

Modelo de regresión logarítmico

C. TOTALES	% de eficiencia
MUESTRA A	0%
MUESTRA 1	33.25%
MUESTRA 2	56.25%
MUESTRA 3	56.25%
MUESTRA 4	64.50%
MUESTRA 5	75.00%

TABLA N° 22:

Porcentajes de eficiencia de coliformes totales

Coefficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
ln(T)	42,616	1,658	,996	25,709	,000

TABLA N° 23:

Modelo de regresión

$$\hat{y} = 42,616 \ln x$$

Interpretación:

Cuando se incrementa el logaritmo del tiempo en 5 días la eficiencia de los sólidos suspendidos totales se incrementa en 42,616 % en promedio

Correlaciones				
		Y	T	
Rho de Spearman	Y	Coefficiente de correlación	1,000	,986**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	6	6
	T	Coefficiente de correlación	,986**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	6	6

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

TABLA N° 24:

Prueba de hipótesis de spearman

Interpretación:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Dado un $\alpha=0.05$ y p- valor = 0.000 rechazo la hipótesis nula, entonces la correlación es mayor que cero y significativa

3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES (LMP)

PARAMETROS	LMP	EFLUENTE
PH	6.5-8.5	6.54
DBO	100	280
DQO	200	516.1
COLIFORMES TOTALES	10000 NMP/ml	12000
COLIFORMES TERMOTOLERANTES		
TEMPERATURA	<35	29
SST	150 ml/l	142,3

TABLA N° 25:

Comparación de los límites máximos permisibles y los resultados

IV. DISCUSIÓN

El trabajo de investigación de Ortiz uso un diseño descriptivo donde la población fue el agua residual industrial de una extractora de aceite, se tomó 10 muestras en 5 puntos distintos, los parámetros que este autor tomo para determinar la eficiencia son Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Totales (ST) y Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), En cambio en la investigación de Bravo se usó la metodología cuantitativa donde la población fue el agua residual domestica de la ciudad de Manabí en ecuador, se tomó 2 muestreos en dos fechas distintas y en 3 puntos diferentes , los parámetros que utiliza para determinar la eficiencia de las lagunas de estabilización son DBO, DQO Y solidos suspendidos totales, mientras que en el trabajo de investigación de Mora tuvo un diseño no experimental su población fue agua residual domestica de la ciudad de las Playas en Guayaquil , tomo 5 muestras en 5 fechas distintas y los parámetros que tomo para calcular la eficiencia de las lagunas de estabilización fueron Demanda Bioquímica de Oxígeno, demanda química de oxígeno. En cuanto al autor Satalaya tuvo un diseño no experimental, su población fue agua residual domestica de la provincia de San Martin, tomo 5 muestras en 5 fechas de diferentes meses (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero), los parámetros que tomo para medir la eficiencia son demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y solidos totales suspendidos. Mientras que en mi trabajo de investigación el diseño metodológico fue no experimental, longitudinal-correlacional, donde la población fue el agua residual industrial proveniente de una industria azucarera donde tome 5 muestras cada 5 días consecutivamente y en puntos distintos, los parámetros que se utilizó para medir la eficiencia fueron demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, solidos totales suspendidos y coliformes totales, fecales el cual ninguno de los autores mencionados utilizo

En cuanto a la determinación de la eficiencia los autores tomaron los parámetros ya descritos y obtuvieron resultados, el autor Ortiz obtuvo los siguientes resultados Demanda Química de Oxígeno con 99,42%, Demanda bioquímica de Oxígeno con 99,45%, Sólidos Suspendidos Totales con 96,22%, Sólidos Totales con 93,10% y Nitrógeno Total Kjeldahl con 75,55%. Mientras que el autor Bravo obtuvo los siguientes resultados de 22% de eficiencia del DBO, 25.3% de eficiencia del DQO y 30.37% de eficiencia de sólidos totales. En cuanto al autor Mora solo analizó dos parámetros y obtuvo 68,3% de eficiencia en demanda bioquímica de oxígeno y 70% en demanda química de oxígeno. El autor Satalaya obtuvo estos resultados 20.76% de eficiencia en cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno y 23.56% de sólidos totales suspendidos. En cuanto a mi investigación obtuve 2.4% de eficiencia promedio en cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno con un modelo de regresión lineal, 44,5% de eficiencia promedio en demanda química de oxígeno con un modelo de regresión logarítmica, 32,03% de eficiencia promedio en sólidos suspendidos totales con un modelo de regresión logarítmica, eficiencia promedio de 34,6 % en coliformes fecales con un modelo de regresión logarítmica y 42,6% de eficiencia promedio en cuanto a coliformes totales con un modelo de regresión logarítmica.

V. CONCLUSIONES

- En cuanto a la evaluación de los parámetros se obtuvo lo siguiente: la DBO inicial fue de 330 mg/l y después un promedio de 311.4 mg/l con una ligera disminución, la DQO inicial fue de 1550 mg/l y después un promedio de 573.65 mg/l con una notable disminución, los SST inicial fue de 312 mg/l y después un promedio de 176.26 mg/l , los coliformes fecales inicial fue de 48000 NMP/100ml y después un promedio de 26200 NMP/100ml obteniendo una alta diferencia y los coliformes totales inicial fue de 48000 NMP/100ml y después un promedio de 22800 NMP/100ml .
- La eficiencia de los parámetros en cuanto a la DBO 2.4%, en la DQO 44.5%, en SST 32,03%, en coliformes fecales 34,6%, en coliformes totales 42,06% de eficiencia promedio. se obtuvo bajos porcentajes de eficiencia en comparación a la bibliografía debido a que ha sido una prueba en escala pequeña la cual no tiene la misma cantidad de aireación, tamaño adecuado y tiempo de retención necesario
- Al comparar los resultados obtenidos de los parámetros físicos químicos y microbiológicos con los límites máximos permisibles se obtuvo que la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno y los coliformes totales sobre pasan los LMP en una ligera concentración y en cuanto a la temperatura, solidos totales suspendidos y potencial de hidrogeno se encuentran con concentraciones inferiores a los LMP.

VI. RECOMENDACIONES

- Sería recomendable diseñar y aplicar este tratamiento en la empresa azucarera Pucalá debido a que es eficiente, de muy bajo costo y manteniendo. siendo aplicable también en las diferentes industrias azucareras de la región.
- reutilizar el agua tratada en las lagunas de estabilización para el riego del cultivo mejorando algunas de sus propiedades debido a que esta contiene cierta cantidad de materia orgánica y otros elementos que aportan nutrientes al suelo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAVO, carlina; PERALTA, katiuska. Lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Junín y la calidad ambiental del área intersectada. Tesis (ingeniero en medio ambiente).Manabí-ecuador: escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”,2013.disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/189/1/TMA53.pdf>

Bi Yun, Zhen. Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada victoria,Guanacaste, costa rica. Tesis (Maestria en el manejo de recursos naturales).Costa Rica. Universidad estatal a distancia.2009.disponible en:<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad%20f%C3%ADsicoqu%C3%ADmica%20y%20bateriol%C3%B3gica%20del%20agua%20para%20consumo%20humano%20de%20la%20microcuenca.pdf>.

CALSIN, Katherine. Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi de la ciudad de Juliaca, Puno. Perú. Universidad nacional del altiplano.2016.disponible en: http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4187/Calsin_Ramirez_Katherine_Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MEJÍA, Mario. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras2005.tesis(Magíster Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas).Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.2005.disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>

MORA, José. Evaluación de la eficiencia de las lagunas de estabilización de la ciudad de Playas. Tesis (Ingeniero Civil). Guayaquil-Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2014. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1162/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-21.pdf>

ORTIZ, Jesica y QUISPHE, Johanna. Evaluación de la eficiencia en base a la carga contaminante del sistema de tratamiento de aguas residuales de la extractora de aceite de palma Oleocastillo S.A. Tesis (Ingeniero Ambiental). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7681>

RODRIGUEZ, Juan. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades, 2013. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/capitulo4.pdf>

Romero, J. Calidad del Agua. 2ª Ed. Alfaomega. México, D.F. 1999

Rolim, Sergio. Lagunas de estabilización. Bogotá. 1999

SATALAYA, Kiara. 2015. "Evaluación de la eficiencia del tratamiento de aguas Residuales domésticas en las lagunas de estabilización de la ciudad de Uchiza. Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Conservación de Suelos y Agua). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2015. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1042/CSA2015003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VASQUEZ, David. Estudio de Factibilidad para la Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la UDLA-Tesis para licenciado en Ingeniería Civil. México: Universidad de las Américas Puebla, 2003. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dla/tales/documentos/lic/vazquez_r_d/

VIII. ANEXOS

8.1. ANEXO N°1



FIGURA N° 2

Recolección de muestras



FIGURA N° 3

Recolección de muestras



FIGURA N° 4

Analizando muestras en laboratorio



FIGURA N° 5

Construcción de las lagunas de estabilización



FIGURA N° 6

Laguna anaerobia



FIGURA N° 7

Laguna facultativa



FIGURA N° 8

Tomando muestras en la laguna facultativa



FIGURA N° 9

Muestras para enviar al laboratorio



FIGURA N° 10

Muestras para enviar al laboratorio

8.2. ANEXO N°2: MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Bustamante Tello Anali del Pilar

FACULTAD/ESCUELA: Ingeniería Ambiental

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿La eficiencia de las lagunas de estabilización mejorará significativamente la calidad del agua residual para uso agrícola de industria azucarera Pucalá?	Determinar la mejora significativa de la calidad del agua residual usando la eficiencia de las lagunas de estabilización para uso agrícola en la industria azucarera Pucalá.	La eficiencia de las lagunas de estabilización mejorará significativamente la calidad del agua residual para uso agrícola en la industria azucarera Pucalá.	V1: eficiencia de las lagunas de estabilización V2: calidad de agua residual	longitudinal correlacional	Agua residual de la industria azucarera Pucalá	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de investigación • Técnicas de campo • Técnicas de laboratorio • Técnicas de procesar datos 	Método cuantitativo
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				no experimental	40 litros del agua residual de la industria azucarera Pucalá	<ul style="list-style-type: none"> • envases de polietileno • cooler 	

8.3. ANEXO N°3: validación del laboratorio



ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.

"TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE
LA MEJOR CALIDAD, CUÍDELA NO LA DESPERDICIE"

Chiclayo, 20 de Noviembre del 2017

CARTA N° 029 -2017 -EPSEL S.A.-GG

SRTA. ANALÍ BUSTAMANTE TELLO
Calle Túpac Amaru N° 43 – Pucalá
Chiclayo .-

ASUNTO : *Resultados Análisis de Muestra de Agua*
REFERENCIA : *INFORME N° 044 - 2017- EPSEL S.A.-GG/OCC/EDQ/JTBG (506704)*

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo comunicarle que adjunto al presente hago llegar a su despacho los resultados de análisis Físico Químico de seis (06) muestra de agua residual, proveniente de la Industria Azucarera Pucalá.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi mayor consideración.

Atentamente.

ING. GRACIELA OLGUIN CUZQUEN
Jefe Oficina Control de Calidad – EPSEL S.A.

OFICINAS: Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Telef. 253479 - 252291 - Telefax 253520
Gerencia Operacional - Telef. 254132
Gerencia Comercial - Av. Miguel Grau N°451 - Telef. 273609 - 235757
Emergencias: Telf. 238363 - 0-800-27-092
Pág. Web: www.epsel.com.pe



**ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

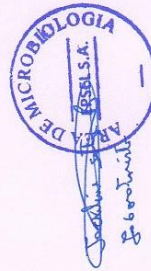
“TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE
LA MEJOR CALIDAD, CUÍDELA NO LA DESPERDICIE”

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOS QUÍMICOS
AZUCARERA PUCALÁ**

EPSEL S.A.
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

PARÁMETROS	MUESTRA GENERAL	MUESTRA N°1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3	MUESTRA N°4	MUESTRA N°5
Fecha de análisis:	02/10/17	02/10/17	06/10/17	10/10/17	16/10/17	20/10/17
DBO mg/l	330.00	325	320	317	315	280
DQO mg/l	1550.5	624.63	591.71	580.73	555.12	516.1
Solidos sedimentados ml/L/h	312.00	230	174	169	166	142,3
Coliformes fecales NMP/100ml	48000	33000	33000	26000	21000	18000
Coliformes totales NMP/100ml	48000	33000	26000	26000	17000	12000

* Las muestras fueron colectadas por personal interesado.



OFICINAS: Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Telef. 253479 - 252291 - Telefax 253520
Gerencia Operacional - Telef. 254132
Gerencia Comercial - Av. Miguel Grau N°451 - Telef. 273609 - 235757
Emergencias: Telf. 238363 - 0-800-27-092
Pág. Web: www.epsel.com.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

Chiclayo, 10 de diciembre del 2017

Srta. ANALÍ BUSTAMANTE TELLO

ASUNTO: Resultados de análisis de muestras de agua residual

En este documento se detalla los resultados de los análisis realizados por la alumna Anali Bustamante Tello en el laboratorio de fisicoquímica de la Universidad César Vallejo. El agua residual analizada es de la industria azucarera Pucalá con motivo de realización de la tesis. En el siguiente cuadro se detallan los resultados.

PARÁMETRO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Potencial de hidrógeno	5.95	6.54
Temperatura	26°C	29°C

Atentamente

Dra. Raquel Maxe Malca

Jefe del laboratorio fisicoquímico de la universidad Cesar Vallejo