



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**

EFICACIA DE LA FITORREMEDIACION DE LAS AGUAS  
RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE  
AGUA (*Lemna minor*)

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

**AUTOR:**

Bach. Vera Rodriguez Edgar Ivaldi

**ASESOR:**

Mg. Rodas Cabanillas, José Luis

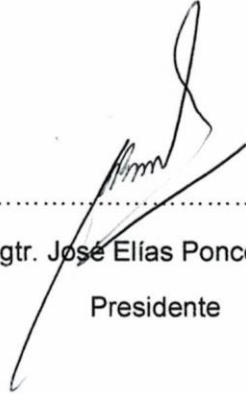
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**CHICLAYO – PERÚ**

**2016**

**PAGINA DEL JURADO**



.....  
Mgtr. José Elías Ponce Ayala  
Presidente



.....  
Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez  
Secretario



.....  
Mgtr. Cesar Zatta Silva  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Esta investigación de Tesis está dedicada a mis amados padres que son los pilares fundamentales de mi vida, sin ellos no podría cumplir mis metas trazadas, su lucha insaciable de nunca darse por vencido y ser unas mejores personas es un ejemplo para mí y mis hermanos.

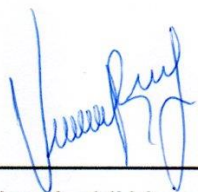
## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme brindado unos padres maravillosos Alfredo Vera Perales y Karin Rodriguez Cabanillas que gracias a ellos estoy culminando una gran meta, por su apoyo incondicional y la fe que han tenido hacia mi persona, a mis hermanos y familiares que son mi soporte de mi día a día.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Edgar Ivaldi Vera Rodríguez, estudiante de decimo ciclo de la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI 71394743, con la tesis titulada "EFICACIA DE LA FITORREMEDIACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*)" declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He tomado en cuenta las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los datos, que se presenten en la tesis se constituirá en aportes a la realidad investigada. De identificarse la falta de fraude, plagio, auto plagio, piratería o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.



---

Edgar Ivaldi Vera Rodríguez

71394743

Chiclayo 2016

## **PRESENTACIÓN**

Se presenta la Tesis que lleva por título "EFICACIA DE LA FITORREMEDIACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*)" la cual cumple con el reglamento y requerimientos para obtener el título de Ingeniero Ambiental.

La investigación realizada contiene metodología, resultados, discusiones y conclusiones que demuestran que la fitorremediación es una alternativa viable para la descontaminación de aguas residuales.

Espero que este trabajo de investigación sea tomado en cuenta en investigaciones futuras teniendo resultados positivos para el cuidado del ambiente.

Edgar Ivaldi Vera Rodriguez

71394743

## ÍNDICE

Página Del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria De Autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Indice.....	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Realidad problemática .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Trabajos previos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.1 Concepto de eficacia.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2 Fitorremediación.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.3. Eficiencia de fitorremediación .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3.4. Aguas residuales .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.5. Métodos de tratamientos de agua .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.6. Macrofitas acuaticas.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.7. Tratamiento de aguas residuales con plantas acuáticas ..</b>	<b>22</b>
<b>1.3.8. Propiedades de las plantas acuáticas en sistemas de                 tratamiento .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.9. Lenteja de agua (<i>lemna minor</i>) .....</b>	<b>24</b>
<b>1.4 Formulación del problema.....</b>	<b>27</b>
<b>1.5 Justificación del estudio.....</b>	<b>27</b>
<b>1.6 Hipótesis .....</b>	<b>28</b>
<b>1.7 Objetivos .....</b>	<b>28</b>
<b>1.7.1. Objetivo general.....</b>	<b>28</b>

	1.7.2. Objetivo específico .....	28
<b>II.</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>28</b>
2.1	Diseño de la investigación.....	28
2.2	Variables, operacionales.....	28
2.3	Población y muestra .....	31
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez .....	31
	2.4.1. Técnicas de fichaje:.....	31
	2.4.2. Validez .....	32
2.5	Método de análisis de datos.....	32
2.6	Aspectos éticos .....	33
2.7	Aspecto técnico .....	33
	2.7.1 Ubicación geográfica:.....	33
	2.7.2 Características del lugar .....	33
	2.7.3 Características del ensayo.....	34
	2.7.4 Etapas de la investigación. ....	34
	2.7.5 Parámetro de comparación para el agua tratada en base al ECA de agua establecido por el decreto supremo N° 004-2017-MINAM.....	35
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>47</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>
<b>8.1.</b>	<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>67</b>
	<b>ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....</b>	<b>69</b>
	<b>AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS.....</b>	<b>70</b>



## INDICE DE CUADROS Y TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>N°1</b>	Mecanismos de fitorremediación.....	17
<b>Tabla</b>	<b>N° 2</b>	Taxonomía de la <i>Lemna minor</i> .....	25
<b>Tabla</b>	<b>N°3</b>	Composición química de la <i>Lemna minor</i> .....	25
<b>cuadro</b>	<b>N°1</b>	Operacionalización de Variables.....	30
<b>Tabla</b>	<b>N°4</b>	2.6.5 Parámetro de comparación para el agua tratada en base al ECA de agua.....	35
<b>Tabla</b>	<b>N°5</b>	Resultados de la determinación de la Temperatura.....	36
<b>Tabla</b>	<b>N°6</b>	Resultados de la determinación de pH.....	37
<b>Tabla</b>	<b>N°7</b>	Resultados de la determinación de conductividad eléctrica.....	38
<b>Tabla</b>	<b>N°8</b>	Resultados de la determinación de Turbidez.....	39
<b>Tabla</b>	<b>N°9</b>	Resultados de la determinación de (DBO) <sup>5</sup> .....	40
<b>Tabla</b>	<b>N°10</b>	Resultados de la determinación de DQO .....	41
<b>Tabla</b>	<b>N°11</b>	Resultados de la determinación de coliformes totales.....	42
<b>Tabla</b>	<b>N°12</b>	Resultados de la determinación de coliformes termotolerantes.....	43
<b>Tabla</b>	<b>N°13</b>	Resultados de los análisis físicos, químicos de las aguas residuales del Dren 2210.....	65
<b>Tabla</b>	<b>N°14</b>	Resultados de los análisis microbiológicos de las aguas residuales del Dren 2210.....	66

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 1</b>	Evaluación de la temperatura de las aguas residuales del Dren 2210.....	36
<b>FIGURA N°2</b>	Evaluación del Potencial de Hidrogeno (pH) de las aguas residuales del Dren 2210.....	37
<b>FIGURA N°3</b>	Evaluación de la conductividad eléctrica de las aguas residuales del Dren 2210 .....	38
<b>FIGURA N°4</b>	Evaluación de la turbidez de las aguas residuales del Dren 2210 .....	39
<b>FIGURA N°5</b>	Evaluación de la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) <sup>5</sup> de las aguas residuales del Dren.....	40
<b>FIGURA N°6</b>	Comparación de la Demanda química de oxígeno (DQO) de las aguas residuales del Dren 2210.....	41
<b>FIGURA N°7</b>	Evaluación de la determinación de coliformes totales de las aguas residuales del Dren 2210.....	42
<b>FIGURA N°8</b>	Evaluación de la determinación de coliformes termotolerantes de las aguas residuales del Dren 2210.....	43
<b>FIGURA N°9</b>	Distribución del agua.....	51
<b>FIGURA N°10</b>	Tipos de plantas acuática.....	51
<b>FIGURA N°11</b>	Morfología de la <i>Lemna minor</i> .....	52
<b>FIGURA N°12</b>	Ubicación del muestreo del Dren 2210.....	52
<b>FIGURA N°13</b>	Identificación del área para el muestreo.....	53
<b>FIGURA N°14</b>	Extracción de muestra.....	53
<b>FIGURA N°15</b>	Colocación del agua residual a la pecera.....	54
<b>FIGURA N°16</b>	Tratamiento del agua residual.....	54
<b>FIGURA N°17</b>	Análisis Físico-químico y microbiológicos de las aguas residuales del Dren 2210.....	55
<b>FIGURA N°18</b>	Identificación de coliformes termotolerantes.....	56
<b>FIGURA N°19</b>	Identificación de <i>Escherichia Coli</i> .....	57
<b>FIGURA N°20</b>	Identificación de coliformes totales.....	57
<b>FIGURA N°21</b>	Validación de Resultados de los Análisis de (DBO) <sup>5</sup> y DQO	58
<b>FIGURA N°22</b>	Validación de Resultados de los Análisis Físico-químicos	62
<b>FIGURA N°23</b>	Validación de Resultados de los Análisis Microbiológicos	64

## RESUMEN

En nuestro país una fuente de contaminación son los drenes puesto que ahí van a parar todas las aguas residuales de la población; una de las soluciones más factibles y baratas es la utilización de plantas para minimizar los contaminantes, esta investigación tiene una alternativa para ese problema ambiental, con el objetivo de verificar la eficacia que posee la macrófita *Lemna minor* para la fitorremediación de aguas residuales utilizando un diseño no experimental, descriptivo, transversal; podemos darle un tratamiento efectivo hasta llegar al punto de volver a utilizar estas aguas residuales para riego restringido.

En la investigación se tomó una muestra de 15 litros de agua residual del Dren 2210, la cual se llevó a un ambiente cerrado simulando las condiciones ambientales, para que no exista variación alguna, el experimento duró tres semanas, monitoreando semana a semana para observar el resultado de la disminución de los contaminantes del agua residual del Dren 2210.

Los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y microbiológicos no todos cumplían con los estándares de calidad ambiental, es por el cual al darle el tratamiento con la macrófita se pudo mejorar la calidad de agua al punto de poder reutilizarla en la subcategoría de riego de vegetales en la condición de riego restringido.

*Palabras claves: Aguas residuales, eficacia, macrófita y fitorremediación.*

## **ABSTRACT**

In our country, drainage is a source of contamination since all the wastewater of the population goes there; one of the most feasible and cheap solutions is the use of plants to minimize contaminants, this research has an alternative for this environmental problem, with the aim of verifying the efficiency of the Lemna minor macrophyte for the phytoremediation of wastewater using a design not experimental, descriptive, transversal; We can give you an effective treatment until you reach the point of reusing these wastewater for restricted irrigation. In the investigation, a sample of 15 liters of residual water was taken from Dren 2210, which was taken to a closed environment simulating the environmental conditions, so that there is no variation, the experiment lasted three weeks, monitoring week by week to observe the result of the decrease of pollutants in the wastewater of Drain 2210. The results obtained from the physical-chemical and microbiological analyzes did not all comply with the environmental quality standards, which is why by giving it the treatment with the macrophyte it was possible to improve the water quality to the point of being able to reuse it in the subcategory of irrigation. vegetables in the restricted watering condition.

*Keywords: rewater, efficiency, macrophyte and phytoremediation*

## I. INTRODUCCION

Todas las actividades que desarrolla el ser humano están relacionadas con el uso desmedido del agua, pues este líquido es indispensable para la vida; en las últimas décadas se ha incrementado la problemática sobre la falta de acceso a ella debida a la escases que existe en algunas partes del planeta.

El mal manejo de aguas residuales provenientes de las actividades que realiza el hombre ha incrementado los cuerpos contaminantes que alteran su composición física, química y biológica del agua, ante esto es necesario promover el desarrollo de nuevas tecnologías limpias que nos ayuden al cuidado y mejora de la calidad de las aguas residuales y que sean a un bajo costo y sustentables en el tiempo.

Actualmente se ha producido un avance muy significativo en la biotecnología, esta ciencia se dedica a remediar lugares o medios contaminados mediante el uso de plantas y organismos relaciones los cuales son llamados biorremediadores la cual ayudaron mucho en esta tesis utilizando la lenteja de agua (*Lemna minor*) para la biorremediación de las aguas residuales del dren 2210.

Una de las desventajas de la macrófitas acuáticas es que ha sido considerado por varios autores de trabajos de investigación como una plaga debida a su rápido crecimiento y reproducción, ya que en ocasiones llegan a invadir lagunas y esto puede generar varios problemas; pero si se les proporciona el manejo adecuado a su capacidad que poseen para la proliferación, absorción de contaminantes se convierte en una herramienta muy provechosa para el tratamiento de aguas residuales producto de las actividades industriales.

## **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

A lo largo de la historia del hombre, uno de los principales factores que hizo posible la evolución fue el agua, ya que las principales civilizaciones se encuentran cerca de un río, laguna etc. conforme hemos utilizado el agua para poder realizar nuestras actividades diarias, no se ha tenido una conciencia del uso adecuado y su desmedida utilización ha generado excesiva agua residual, la cual no ha sido tratada antes de devolverla a la naturaleza.

Son muy pocos los países que se preocupan por dar un tratamiento adecuado a todas las aguas que se producen en las diversas actividades que se realizan, ya que es más fácil verter sus aguas a los drenes y que la naturaleza se encargue de purificar estas aguas, provocando desmedida contaminación al ambiente.

En nuestro país, el tratamiento que se da al agua residual antes de verterlos a los drenes es muy escaso, lo cual la mayoría de estas aguas van a los drenes directamente causando contaminación a lo largo del recorrido del dren hasta llegar al mar.

El dren que se encuentra en la entrada de la ciudad de Lambayeque presenta una contaminación muy elevada, los olores que se pueden percibir son desagradables, hay presencia de azufre y otros contaminantes en el agua que son visibles, la población que vive cerca al dren son los más afectados ya que estas condiciones ambientales no son los más adecuados para el desarrollo de las personas.

## 1.2 Trabajos previos

- Flores E. y Jaramillo A. (2012), en su tesis denominada "Fitorremediación mediante el uso de dos especies *lemna minor* (lenteja de agua), y *eichornia crassipes* (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera." Utilizo un diseño totalmente al azar (DCA) con un solo factor; para el proceso investigativo utilizó 12 recipientes de vidrio de 30 cm de alto y ancho, 4 recipientes para cada macrófita y 4 recipientes para combinada, 10 litros de muestra en cada recipiente, el tratamiento duró 7 días dando como resultado que el Jacinto de agua fue más resistente absorbiendo 29.9% de mercurio.
- García Z. (2012) en su investigación llamada "Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas" menciona que utilizó el método de sistemas por tandas, donde los estanques en acuarios poseen un área de 3.6m<sup>2</sup> en monocultivo de las tres especies trabajadas, estos estanques tenían un flujo lento y continuo de agua residual. Teniendo como resultado la remoción del 90% de compuestos contaminantes, menciona como especie más eficiente *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de Agua) y en la remoción de lodos un 50 %.
- Rodríguez C. (1995) en su investigación denominada "ACCIÓN DEPURADORA DE ALGUNAS PLANTAS ACUÁTICAS SOBRE LAS AGUAS RESIDUALES ", utilizó un diseño experimental, los estudios lo realizaron en una planta piloto como estanques los cuales suministraban de una comunidad cercana, los resultados obtenidos demuestran que remueven contaminantes comunes sobresaliendo el Jacinto como más eficiente, logrando remociones de hasta el 70 % de (DBO)<sup>5</sup>, La Azolla y la *lemna* son las plantas que presentan las mayores posibilidades como suplemento en la alimentación animal.

- Canales A. (2010), en su investigación denominada, "EVALUACIÓN DE LA BIOMASA Y MANEJO DE *Lemna gibba* (LENTEJA DE AGUA) EN LA BAHÍA INTERIOR DEL LAGO TITICACA, PUNO" menciona que a causa del mal tratamiento de aguas residuales el Lago Titicaca enfrenta un proceso de eutrofización causada por la lenteja de agua, la cual tuvo los promedios de pH y temperatura del agua fueron de 6.3 y 13.8 °C respectivamente lo que comprueba la eficacia de la macrófita para crecer en condiciones difíciles.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Concepto de eficacia.**

La eficacia es la capacidad de un sistema para obtener resultados, sin preocuparse por los recursos que deba invertir para ello. La eficiencia es la relación entre los resultados que logra y el costo de los recursos necesarios. En una imagen aproximada, eficacia es a cuántos kilómetros por hora corre un vehículo; eficiencia es cuántos kilómetros hace por litro de combustible, a esa velocidad. En el campo político-social, eficacia es incrementar grandemente las probabilidades de que ocurra algo improbable; eficiencia es la relación entre ese cambio de probabilidad de un resultado y los costos que ello implica.

#### **1.3.2 Fitorremediación**

La fitorremediación (phyto = planta y remediación = mal por corregir), es un proceso que utiliza plantas para remover, transferir, estabilizar, concentrar y/o destruir contaminantes ya sean orgánicos o inorgánicos presentes en suelos, lodos y sólidos sedimentados, y este proceso puede aplicarse tanto in situ como ex situ. Los mecanismos de fitorremediación incluyen la rizo-degradación, la fito-extracción, la fito-degradación y la fito-estabilización. (Agudelo Betancur, Macias Mazo, & Suárez Mendoza, 2005, pág. 59), también el autor Cubillus (2011) define como Fitorremediación “una alternativa emergente, que representa un menor costo efectivo, posee ventajas estéticas, captura gases efecto invernadero, no requiere de una fuente de energía diferente a la solar y tiene una gran aplicabilidad bajo diferentes rangos de concentración de contaminantes” (pág. 11).



### 1.3.2.1. Las fitotecnologías de fitorremediación:

En la investigación realizada por (Delgadillo López, González Ramírez, Prieto García, Villagómez Ibarra, & Acevedo Sandoval, 2011) define “Las fitotecnologías se basan en los mecanismos fisiológicos básicos que tienen lugar en las plantas y en los microorganismos asociados a ellas, tales como: transpiración, fotosíntesis, metabolismo y nutrición”. (Ver tabla N°1)

Tabla 1. Mecanismos de fitorremediación

Proceso	Mecanismo	Contaminantes
Fitoestabilización	Complejación	Orgánicos e inorgánicos
Fitoextracción	Hiperacumulación	Inorgánicos
Fitovolatilización	Volatilización a través de las hojas	Orgánicos e inorgánicos
Fitoinmovilización	Acumulación en la rizosfera	Orgánicos e inorgánicos
Fitodegradación	Uso de plantas y microorganismos asociados para degradar contaminantes	Orgánicos
Rizofiltración	Uso de raíces para absorber contaminantes del agua	Orgánicos e inorgánicos

### 1.3.2.2. Ventajas y Desventajas de la fitorremediación

De acuerdo a la investigación realizada por (Agudelo et al.2005)

#### Ventajas

- Los contaminantes absorbidos por las plantas estos pueden ser extraídos a través de la biomasa cosechada para después ser reciclada. La fitorremediación por la capacidad que posee para la absorción de contaminantes se utiliza para limpiar diversos cuerpos contaminados.
- Puede disminuir el ingreso de contaminantes en el ambiente, reduciendo su salida a los sistemas de las aguas subterráneas, porque los contaminantes quedan cogidos en las plantas.

## **Desventajas**

- El contaminante emplea el ciclo natural de las plantas y por lo tanto demora tiempo.
- La fitorremediación trabaja de la mejor manera cuando los contaminantes están al alcance de las raíces de las plantas, típicamente de tres a seis pies de profundidad para las plantas herbáceas y 10 a 15 pies para los árboles.
- Ciertas plantas absorben diversos metales venenosos, lo que implica una inseguridad potencial a la cadena alimenticia.
- Para que un método sea sostenible, debe ser económicamente viable y ambientalmente factible. La fitorremediación utiliza las capacidades existentes de las plantas y de los sistemas que apoyan para limpiar los cuerpos contaminados, siendo más rentable que los métodos usados tradicionalmente para la recuperación de cuerpos contaminados.
- La fitorremediación implica menos trabajo y no perturba los alrededores naturales del sitio donde se encuentra la contaminación. Aunque es una técnica que toma tiempo, es una buena manera de hacer uso de los recursos naturalmente existentes. (pág. 59)

### **1.3.3. Eficiencia de Fitorremediación**

La utilización de macrófitas y micrófitas en el tratamiento de aguas residuales se ha demostrado eficiencia significativa en la remoción de contaminantes. Ya son varias las macrófitas que se han estudiado en el tratamiento de aguas residuales tanto en situación real como en laboratorios, dando como resultado que el Jacinto de agua es el más eficiente en la remoción de compuestos contaminantes. Esta especie antes mencionada puede fitorremediar hasta un 95% de (DBO)<sup>5</sup>, 90.2 % de DQO, en el caso de remoción de sólidos suspendidos se han registrado que ha sido capaz de disminuir 91%, con respecto al fósforo total 91.7% y nitrógeno total 98.5%. Con respecto a la disminución de contaminación por metales está en el rango

d 85% hasta 95% para el cromo, hierro, zinc, cadmio y cobre. (Martelo & Lara Borrero, 2012)

#### **1.3.4. AGUAS RESIDUALES**

Agua residual es "una combinación de los líquidos y residuos arrastrados por el agua proveniente de casas, edificios comerciales, fábricas e instituciones combinada con cualquier agua subterránea, superficial o pluvial que pueda estar presente". (Trujillo, 2012, pág. 9)

##### **FUENTES PUNTUALES Y NO PUNTUALES**

Cuando hablamos de fuentes puntuales nos referimos a la descarga de contaminantes a través de tubos o alcantarillas en lugares específicos, esto lo realizan las fábricas, minas, plantas de tratamiento de aguas negras, pozos de petróleo, etc.

En cambio, las fuentes no puntuales son aquellas que se realizan en grandes áreas sin control contaminando las aguas como por ejemplo tierras de cultivo, construcciones, tanques asépticos, lotes para pastar ganado, etc. (Pérez F y Camacho K. Tuxpan 2011)

##### **1.3.4.1. CONSTITUYENTES DEL AGUA RESIDUAL**

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 del agua residual, es conveniente tratar brevemente los procedimientos analíticos usados para la caracterización de las aguas residuales. (Trujillo, 2012)

##### **1.3.5. MÉTODOS DE TRATAMIENTOS DE AGUA**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El

objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente

Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado. En la figura se muestra el proceso de tratamiento de las aguas servidas. (Trujillo, 2012)

Estas técnicas de tratamiento son:

- Tratamiento primario (sedimentación de sólidos suspendidos)
- Tratamiento secundario (tratamiento en su mayoría biológico que se encarga de disolver la materia orgánica la cual la transforma en sólidos suspendidos).
- Tratamiento terciario (tratamiento encargado de pulir el agua utilizando la micro filtración o desinfección)

#### **1.3.5.1 Etapas del tratamiento:**

Arocutipa (como se cito en Rigola,1999) nos dice que las aguas residuales antes de su tratamiento, se someten a un pre tratamiento, que comprende en una serie de operaciones físicas y mecánicas que tiene como objetivo separar el agua residual de la mayor cantidad de materias, que por su tamaño o naturaleza puede dar lugar a problemas en las etapas posteriores del tratamiento. pp30

**a. Tratamiento primario:** El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí conocido también como tratamiento mecánico.

**b. Tratamiento secundario:** El tratamiento secundario es designado para substancialmente degradar el contenido biológico de las aguas residuales que se derivan de la basura humana, basura de comida, jabones y detergentes. Para que sea efectivo el proceso biótico, requiere oxígeno y un substrato en el cual vivir. Hay un número de maneras en la cual esto está hecho. En todos estos métodos, las bacterias y los protozoarios consumen contaminantes orgánicos solubles biodegradables (por ejemplo:

azúcares, grasas, moléculas de carbón orgánico, etc.) y unen muchas de las pocas fracciones solubles en partículas de floculo. Los sistemas de tratamiento secundario son clasificados como película fija o crecimiento suspendido. En los sistemas fijos de película (como los filtros de roca) la biomasa crece en el medio y el agua residual pasa a través de él. En el sistema de crecimiento suspendido –como fangos activos- la biomasa está bien combinada con las aguas residuales.

**c. Tratamiento terciario:** El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.) Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

#### **1.3.6. MACROFITAS ACUATICAS.**

En la investigación realizada Wetzel, 1981 define “El término de macrófita acuática, se refiere a las formas macroscópicas de vegetación acuática y comprende las macro algas, las escasas especies de pteridofitos y las verdaderas angiospermas”. Ver figura 1.3.7.

##### **Clasificación de las plantas acuáticas.**

Para clasificar a las plantas acuáticas se debe estudiar he identificar los usos que se les dan en los cuerpos de agua, puede ser considerada como perjudicial o también benéfica, las plantas acuáticas se clasifican en cuatro categorías dependiendo a su crecimiento. (Stanley, 1982)

**Plantas de flotación libre.** son aquellas que encontramos flotando en la superficie sin que se fijen en el fondo, hay ocasiones en la cual el nivel del agua desciende es por eso que algunas plantas enraízan en el lodo, en esta categoría podemos encontrar al Jacinto de Agua, Lechuga de Agua, la Salvinia, la Lemna y la Azolla, su parte fotosintética se ubica en la parte superior sobre el agua con sus raíces extendidas bajo el agua, esta condición reduce la penetración de luz solar hacia el agua y la transferencia de gas entre el agua y la atmosfera es limitada.

**Plantas sumergidas.** Esta categoría de plantas sus partes vegetativas están sumergidas debajo del agua, pueden estar fijas o flotantes en el fondo del agua, cualquier parte de la planta que salga del agua es secada rápidamente por el sol excepto la inflorescencia, en esta categoría podemos encontrar a la Hidrilla, cinta de agua y las angiospermas marinas también conocidas como pastos del mar.

**Plantas enraizadas que emergen.** Las plantas de este grupo sus raíces las tienen enraizadas en el sustrato y lo único que sale del agua es su parte fotosintética, esta categoría de plantas también puede reducir el ingreso de la luz solar y la transferencia del aire, pero mucho menos que las flotantes

**Plantas enraizadas de hojas flotantes.** La característica de esta categoría de plantas es que poseen tallos y peciolo muy débiles los cuales no pueden sostener las hojas sobre la superficie del agua, estas generalmente se encuentran enraizadas en el fondo del agua, cuando el agua aumenta de nivel estas parecen sumergidas, pero sus hojas son gruesas y parafinosas en la cara superior esta es la característica principal que las diferencia de las sumergidas que poseen hojas delgadas con frecuencias translúcidas, una de las plantas que se encuentran en este grupo son los lirios acuáticos. (Stanley, 1982).

### **1.3.7. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON PLANTAS ACUÁTICAS**

En los últimos años el tratamiento de aguas residuales por medio de estanques con plantas acuáticas ha despertado un gran interés, por el potencial que han presentado para la depuración de las mismas. Algunos de estos sistemas han logrado proporcionar un tratamiento integral en donde no solamente se remueven eficientemente material orgánico y sólidos suspendidos, sino que también se logran reducir nutrientes, sales disueltas, metales pesados y patógenos.

En la Fábrica de Imusa S.A. localizada en el municipio de Río Negro (Antioquía), Colombia, se vienen operando desde 1988 unos canales sembrados con *Eichhomia crassipes* (Jacinto de Agua), se ha comprobado

una eficiencia de remoción de los diferentes contaminantes que alcanza más de 97% en los metales pesados.

También algunos investigadores como por ejemplo Chará (1988) quien describe uno de estos sistemas de tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcinas. El sistema está constituido por un biodigestor, seguido de un canal de sedimentación, un canal con *Eichhornia Crassipes* y, por último, un canal con *Lemna Minor*.

Otro investigador, Pedraza (1997) afirma “una disminución en la demanda bioquímica de oxígeno de 247 a 149 mg/l y una reducción en los sólidos suspendidos totales de 214 a 58 mg/l en una granja porcina en el Valle del Cauca utilizando este sistema de tratamiento”. (pág. 42)

En algunos estudios realizados en estanques la Lechuga de agua posee una capacidad mucho mayor en la remoción de (DBO)<sup>5</sup> en comparación con estudios realizados en plantas de lodos activados. (Trujillo, 2012)

**Fitoestabilización:** este tipo de estrategia utiliza plantas que desarrollan un denso sistema de raíz, para reducir la biodisponibilidad de metales y otros contaminantes en el ambiente por medio de mecanismos de secuestro, lignificación o humidificación. (Núñez, Meas, Ortega y Olguín. 2004)

Puesto que este proceso mantiene también una humedad constante en la zona de la rizosfera, se presentan las condiciones adecuadas para la inmovilización de los contaminantes.

Esto ocurre a través de reacciones químicas como la precipitación o formación de complejos insolubles o por mecanismos físicos, como la adsorción. En esta zona, los metales se fijan fuertemente en las raíces de las plantas o en la materia orgánica de los suelos, limitando así su biodisponibilidad y su migración vertical hacia los mantos freáticos.

### **1.3.8. PROPIEDADES DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

Las plantas juegan un papel fundamental en estos sistemas siendo sus principales funciones:

- Airear el sistema radicular y facilitar oxígeno a los microorganismos que viven en la rizófora.
- Absorción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- Eliminación de contaminantes asimilándolos directamente en sus tejidos.
- Filtración de los sólidos a través del entramado que forma su sistema radicular.

Se ha realizado diferentes estudios con plantas acuáticas en diferentes plantas de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de encontrar su valor en la remoción de contaminantes, son denominadas macrófitas acuáticas flotantes a la lenteja de agua o Lemna (*Lemna spp*), Azolla (*Azolla spp*) y Jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*), a este grupo de plantas son las más utilizadas en diferentes maneras como en biodigestores anaeróbicos, en lagunas, o simplemente son colectadas en su medio natural teniendo como resultado similares. Además a estas plantas se las han encontrado factores antinutricionales lo cual limitaría para el uso de consumo animal.(Trujillo, 2012)

### **1.3.9. LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*)**

#### **Taxonomía:**

La macrófita acuática *Lemna minor* se encuentra dentro de la siguiente clasificación:



Tabla N°2: taxonomía *Lemna minor*

<i>Reino</i>	<i>Vegetal</i>
<i>División</i>	<i>Magnoliophyta</i>
<i>Clase</i>	<i>Liliosida</i>
<i>Orden</i>	<i>Arales</i>
<i>Familia</i>	<i>Lemnáceaes</i>
<i>Género</i>	<i>Lemna</i>

### 1.3.9.1. Descripción de la especie.

La *Lemna minor* es una planta acuática flotante que tiene una estructura simple y una de las tasas de crecimiento más elevada del mundo. Esta planta tiene cuatro géneros: *Lemna*, *Spirodela*, *Wolffia* y *Wolffiella*.

Es una planta muy chica de una estructura simple. Aunque es una planta flotante no tiene tallo separado de las hojas, tiene una fusión de ambos llamado fronda, su tamaño varía entre 0.1 y 2 cm de diámetro. La tasa de reproducción referente de la *Lemna minor* puede estar entre 0.1 y 0.5  $\text{dia}^{-1}$ , lo que significa que en condiciones ideales puede doblar su biomasa. (Jaramillo M y Flores E. cuenca 2012)

### 1.3.9.2. Composición química

Su contenido proteico es muy alto por lo que se puede incluir en la alimentación del ganado y peces.

Tabla N°3 Composición química *Lemna minor*

CONSTITUYENTE	PORCENTAJE (%)
AGUA	86 a 97
PROTEÍNA	31.19
LÍPIDOS	5.58
FIBRA	8.22
FOSFORO	1.44

### 1.3.9.3. Parámetros de crecimiento

**Temperatura:** comparando con otras macrófitas acuáticas, son muy flexibles a una amplia condición de temperaturas. Estudios realizados por Docaur (1983) señalan como un rango óptimo de temperaturas para diferentes especies de plantas de 25 a 31 °C. En cuanto a las temperaturas mínimas, se pueden considerar dos casos: para la supervivencia y para el crecimiento.

Para supervivencia son capaces de soportar por cortos periodos de tiempo temperaturas de 0°C

Para el crecimiento los límites varían entre 8 a 16 °C y 16 a 20 °C.

**Iluminación:** la luminiscencia solar, en el rango visible, es absorbida por la *Lemna minor* a través de diferentes pigmentos las cuales usa como fuente de energía para regular diferentes procesos.

Existe una gran variación con respecto a los rangos de saciedad de la intensidad lumínica, límites máximos y mínimos de iluminación para el crecimiento de la *Lemna minor*, estas medidas van a depender de la temperatura y la presencia de nutrientes. (Jaramillo M y Flores E. cuenca 2012)

**Densidad y cosecha:** El método de cultivo y cosecha de *Lemna minor* depende de la utilización que se vaya a dar a la macrófita. Para el cultivo de la *Lemna minor* se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Que la macrófita cubra toda la superficie del agua, ya que se tiene que cuidar que se acumule en las esquinas.
- 
- Como la *Lemna minor* tiene raíces pequeñas se recomienda tener bajas profundidades para mayor absorción de nutrientes.
- La lenteja crece bien en aguas ricas en nutrientes.
- La impenetrabilidad es un factor indispensable para la reproducción, si es muy elevada, la fotosíntesis no se ejecuta eficientemente; y si son muy baja las posibilidades de reproducción por unidad de área se comprime.

#### **1.4 Formulación del problema**

¿Qué tan eficaz es la fitorremediación de aguas residuales del dren 2210 utilizando lenteja de agua (*Lemna minor*)?

#### **1.5 Justificación del estudio**

Uno de los principales focos de contaminación que podemos encontrar son los drenajes que recolectan todas las aguas residuales de las diferentes actividades que realiza el hombre, los que en su mayoría no son tratadas antes de verterlas a los drenes no teniendo en cuenta del grave daño que están ocasionando al ambiente puesto que los drenes van contaminando el suelo y aire hasta llegar al mar.

En la entrada de la ciudad de Lambayeque cruza un dren que lleva consigo aguas residuales con alta cantidad de contaminantes que causan malestar a la población que vive cerca al cauce del dren 2210, puesto que los olores desagradables, presencia de roedores y zancudos, pueden causar enfermedades.

Por lo cual, el tratamiento de aguas residuales por medio de fitorremediación es una de las alternativas más económicas y eficaces para disminuir la contaminación que se encuentre, teniendo como resultado una mejora en la vida de los pobladores.

Una vez tomada la muestra para la investigación del estado de agua en la que se encuentren el Dren 2210, a esta se dará tratamiento con la macrófita lenteja de agua, realizando los análisis físicos, químicos y microbiológicos; en el caso de la temperatura, pH, conductividad eléctrica y turbidez estos se monitoreará semanalmente durante tres semanas, y el (DBO)<sup>5</sup>, DQO, coliformes totales y coliformes termotolerantes solo se tomaron dos muestras una al inicio de la investigación y otra a la tercera semana debido a la falta de materiales en el laboratorio, tiempo y el costo que demandaría realizarlos.

## 1.6 Hipótesis

Es eficaz la fitorremediación de aguas residuales del dren 2210 utilizando la lenteja de agua (*Lemna minor*)

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1. Objetivo general

- Determinar la eficacia que tiene la lenteja de agua (*Lemna minor*) para la fitorremediación de aguas residuales del dren 2210 ubicado en la entrada de la ciudad de Lambayeque.

### 1.7.2. Objetivo específico

- Diagnosticar el grado actual de contaminación del agua residual del dren de Lambayeque.
- Demostrar la utilización de *Lemna minor* como fitorremediadora es una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales.
- Comprobar la eficacia de fitorremediación de la Lenteja de agua o *Lemna minor*.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de la investigación

**No experimental, Descriptivo – transversal.**

El tipo de investigación es descriptivo debido a que se usó teorías que tienen relación con los temas que se investigó el cual facilitó el planteamiento y solución de objetivos específicos.

El diseño de investigación es no experimental porque no se va a manipular ni alterar el lugar en donde se realizó la tesis, en condiciones estrechamente controladas, con el fin de describir una situación o acontecimiento particular.

### 2.2 Variables, operacionales

La presente investigación solo tiene una variable ya que se quiere demostrar la eficacia que posee para fitorremediar aguas residuales la lenteja de agua.

**Variable 1:**

Eficacia de fitorremediación de la lenteja de agua.

**2.2.1 Operacionalización de variables:**

En el siguiente cuadro se mostrará la Operacionalización de la variable de la presente investigación.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Codificación	Escala de medición
<b>Variable 1:</b>  Eficacia de fitorremediación de la lenteja de agua ( <i>Lemna minor</i> )	Es una especie valiosa en el tratamiento de aguas residuales en la absorción de contaminantes, como complemento alimenticio para los animales domésticos y para utilizarla en bioensayos con el fin de determinar el efecto negativo de sustancias tóxicas en el agua.  Considerada una tecnología limpia y económicamente sostenibles.	La estrategia de Fitoestabilización permitirá que la lenteja de agua reduzca el grado de contaminación presente en el agua residual del Dren 2210 y será medido utilizando instrumentos de laboratorio como:  - pH-metro - Conductímetro. - Colorímetro. -	- Temperatura	- °C	Intervalo
			- (DBO) <sub>5</sub>	- NMP/gr	Razón
			- DQO	- Mg o <sub>2</sub> /l	Razón
			- pH.	- Rango	Nominal
			- Conductividad Eléctrica.	- uS	Razón
			- Turbidez	- NTU	Razón
			- <u>Coliformes</u> totales.	- <u>Nmp</u> /100 ml	Razón

## 2.3 Población y muestra

### **Población:**

La población de esta investigación está conformada por las aguas residuales del Dren 2210 ubicado en la entrada de la ciudad de Lambayeque.

### **Muestra:**

Se usó una muestra de 15 litros de agua residual extraídas del Dren 2210 ubicado en la entrada de la ciudad de Lambayeque.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez

### 2.4.1. Técnicas de fichaje:

Esta técnica me ayudó a la recopilación de toda la información que fue necesaria para la investigación se utilizó las siguientes fichas:

**Fichas textuales:** Para la transcripción literal de contenidos de la versión original de más interés.

**Fichas bibliográficas:** Permitted la recopilación de datos importantes de los diversos libros consultados, que sirvieron para nuestra investigación.

**Fichas de resumen:** Para sintetizar los contenidos teóricos de fuentes escritas relacionadas a la investigación.

**Fichas de comentario:** Para anotar algunos comentarios importantes de las investigaciones con respecto a la información que se recopiló.

### **Técnicas de campo**

Para la recolección de los datos en donde se observó la problemática del proyecto de investigación y se extrajo las muestras de aguas residuales se utilizó:

- Estufa
- Microscopio
- Termómetro
- Autoclave
- Baño María
- Turbidímetro

- pH-metro
- Campana extractora
- Conductímetro
- Balanza analítica
- Balanza de precisión

#### **2.4.2. Validez**

La validez de instrumentos fue mediante un certificado otorgado por la jefatura del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo y en el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro no le 026, los cuales una vez obtenidos los resultados serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por ley.

#### **2.5 Método de análisis de datos**

Los datos que se procesaron fueron propios a la estadística descriptiva el cual se procesaron en el programa Office Excel que facilitó la determinación y contrastación de mi hipótesis.

Las muestras de aguas residuales que se extrajeron del Dren 2210 fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo – filial Chiclayo, los análisis que se realizaron fueron son los siguientes:

- Temperatura.
- pH.
- Conductividad Eléctrica.
- Turbidez.
- Coliformes totales.
- Coliformes termotolerantes.

Las muestras de aguas residuales que se extrajeron del Dren 2210 fueron analizadas en el laboratorio de Laboratorio de Ensayo Acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro no le 026, los análisis que se realizaron fueron son los siguientes:

- (DBO)<sup>5</sup>
- DQO



## **2.6 Aspectos éticos**

Esta tesis está orientado a la ética ambiental pues surge como una reflexión con respecto a la relación que existe entre el hombre y la naturaleza y de la preocupación por la preservación del Medio Ambiente, las muestras fueron extraídas con honestidad y la responsabilidad del caso; los análisis físicos, químicos y microbiológicos fueron analizados por un experto respetando la privacidad y la identidad de las personas que intervengan en la tesis.

## **2.7 Aspecto técnico**

### **2.7.1 Ubicación geográfica:**

La presente investigación se llevó a cabo en el Dren 2210 que se ubica en la entrada de la ciudad de Lambayeque, la ciudad de Lambayeque se encuentra al norte del suelo peruano a 11,4 Km. de la ciudad de Chiclayo, entre las coordenadas geograficas 5 28'36" y 7 14'37" de latitud Sur y 79 41'30" y 80 37'23" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y a 11.4 m.s.n.m.

Los límites de la ciudad donde se extrajo la muestra de agua residual para la investigación realizada son los siguientes:

Norte con la provincia de Huancabamba – Piura.

Sur con la ciudad de Chiclayo y Ferreñafe.

Este con la provincia de Jaén y Ferreñafe.

Oeste con el océano Pacifico.

### **2.7.2 Características del lugar**

**Clima:** la provincia tiene un clima muy marcado, en la estación de verano hay muy poca presencia de lluvias, con una temperatura que suele elevarse a los 34 °C, el resto del año tiene un clima otoñal con viento y temperaturas que suelen llegar a los 17°C.

**Extensión territorial:** Su extensión es de 11,217.36 km<sup>2</sup> es la más extensa del departamento, posee el 67.63% de la superficie departamental, por

decreto del Gobierno Militar, se le recortó 2849 km<sup>2</sup>, si se atiende a esa resolución su extensión sería de 8,368.36 km<sup>2</sup>.

**Relieve:** Su suelo tiene extensas planicies, de mayor dimensión que de las provincias de Chiclayo y Ferreñafe, la fertilidad de sus tierras es extraordinaria, sobre todo en Olmos, y Mórrope, pero de escasos recursos hídricos superficiales. Las planicies se ven interrumpidas por cerros rocosos no muy elevados. En Mórrope, se presenta una extensa depresión, que se aprecia en épocas de intensas lluvias como las de 1983 y 1984, por la formación de grandes lagunas de agua dulce. Sus valles principales con La Leche y Motupe., el de Olmos y Cascajal son pequeños.

### 2.7.3 Características del ensayo.

Se elaboró una pecera de vidrio transparente que permitió simular las condiciones donde se puede desarrollar la lenteja de agua permitiendo la fitorremediación de la muestra del agua residual del Dren 2210.

Capacidad de la pecera	0.405 m <sup>3</sup> .
Cantidad de agua a tratar	15 litros.
Cantidad de lenteja de agua ( <i>Lemna minor</i> )	indefinida

### 2.7.4 Etapas de la investigación.

**Identificación de la lenteja de agua (*Lemna minor*):** la macrófita que se utilizó en la investigación se obtuvo de un criadero de peces de la ciudad de Chiclayo.

**Construcción de la pecera:** fue elaborado con vidrio de 6mm de grosor para que pueda soportar el agua, al cual se le colocó una bomba de oxígeno a los costados de la pecera que permitió la oxigenación todos estos alejados de cualquier factor que pueda intervenir con la investigación y un foco de 50 watts para que la macrófita pueda realizar la fotosíntesis.

**Aplicación de la lenteja de agua (*Lemna minor*):** una vez colocada el agua residual del Dren 2210 en la pecera con un colador pequeño previamente esterilizado se colocó la lenteja de agua.

**Determinación del pH y la temperatura:** se llevó un control de la temperatura y el pH semanalmente los cuales fueron medidos ex-situ en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

**Obtención de la muestra de agua tratada:** la investigación tuvo una duración de 3 semanas en donde la macrófita fitorremedió el agua residual absorbiendo los contaminantes teniendo los resultados esperados para la investigación.

### 2.7.5 Parámetro de comparación para el agua tratada en base al ECA de agua establecido por el decreto supremo N° 004-2017-MINAM

Se usará la categoría 3 y Sub categoría de riego de vegetales; en la condición de agua para riego restringido, ya que al ser agua residual cuya calidad de agua cumple con los ECA establecidos, pero con la condición de que solo se podrá regar las plantas que sean de tallo alto donde el agua no entre contacto con el fruto, cultivos que son industrializados, cultivos forestales, forrajes, pastos o similares.

**Tabla N°4 Parámetro** de comparación para el agua tratada en base al ECA de agua

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>ECA</b>
Temperatura	26.3	Δ3
pH	7.7	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	2018	2050
Turbidez	27.1	-----
DBO5	<5	15
DQO	59.5	40
Coliformes totales	692	1000-5000
Coliformes termotolerantes	488	1000

Fuente: <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/59020>

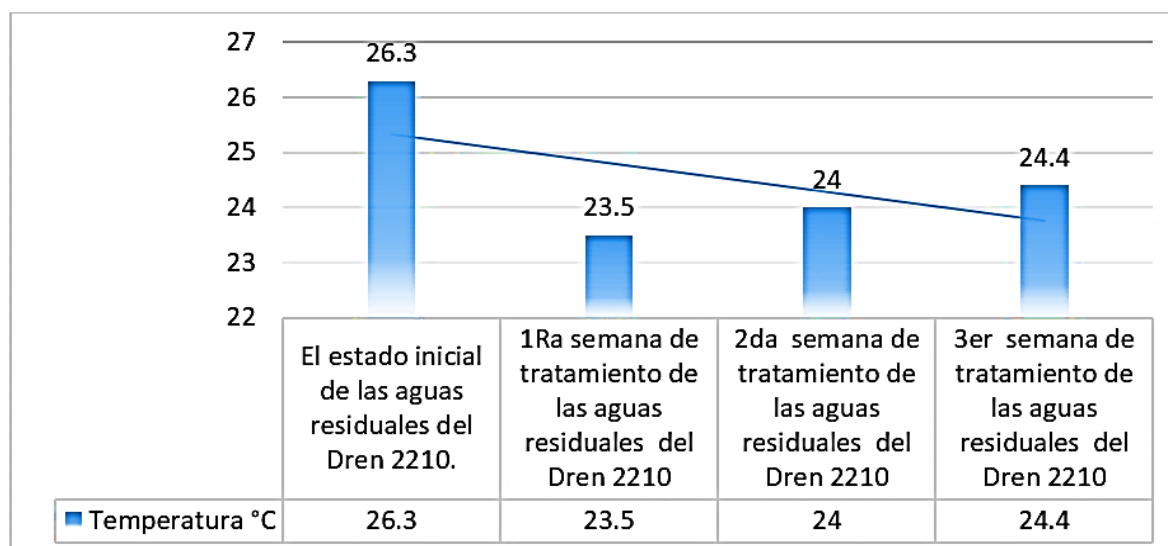
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis Físicos, Químicos y microbiológicos de las aguas residuales del Dren 2210.

**Tabla N°5 Resultados de la determinación de la temperatura**

INDICADOR	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.	1RA SEMANA DE MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	2DA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	3ER SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	PARÁMETROS ECA CAT. 3
TEMPERATURA °C	26.3	23.5	24	24.4	Δ3

**Figura N°1** Evaluación de la temperatura de las aguas residuales del Dren 2210.



#### Interpretación:

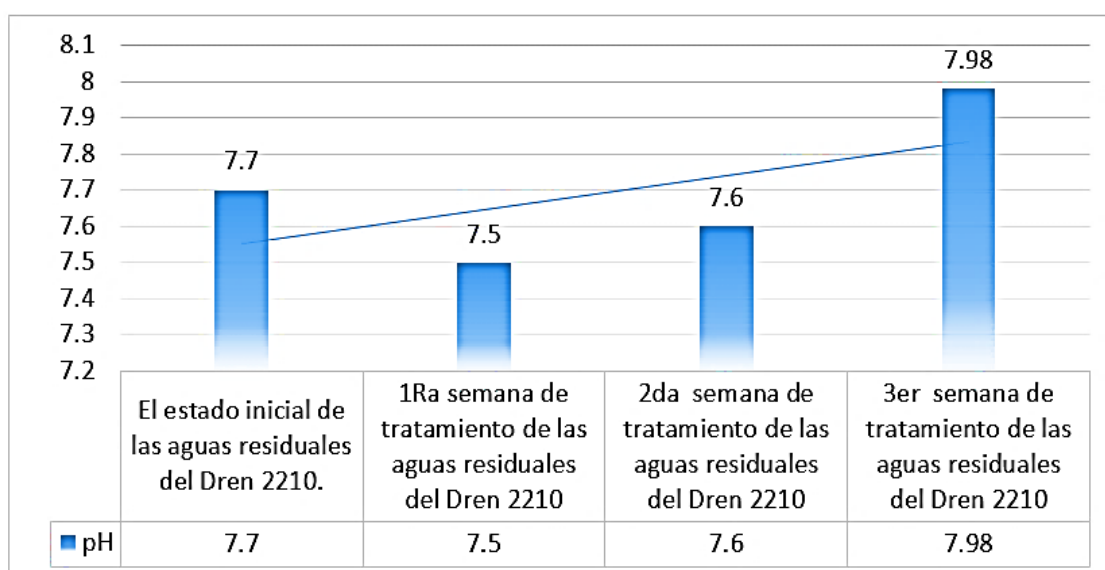
Se monitoreó la temperatura de las aguas residuales del Dren 2210 y se logró observar que la mayor temperatura se obtuvo en el momento de la primera extracción de muestra con un valor de 26.3 °C, en el transcurso de las semanas

fue disminuyendo hasta la tercera semana de haber iniciado la investigación con un valor de 24.4°C.

**Tabla N°6 Resultados de la determinación del Potencial de Hidrógeno (pH)**

INDICADOR	EL ESTADO	1RA SEMANA	2DA SEMANA	3ER SEMANA	PARÁMETROS
	INICIAL DE	DE	DE	DE	ECA CAT. 3
	LAS AGUAS	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	
	RESIDUALES	DE LAS	DE LAS	DE LAS	
	DEL DREN	AGUAS	AGUAS	AGUAS	
	2210.	RESIDUALES	RESIDUALES	RESIDUALES	
		DEL DREN	DEL DREN	DEL DREN	
		2210	2210	2210	
pH	7.7	7.5	7.6	7.98	6.5 – 8.5

**Figura N°2** Evaluación del Potencial de Hidrógeno (pH) de las aguas residuales del Dren 2210.



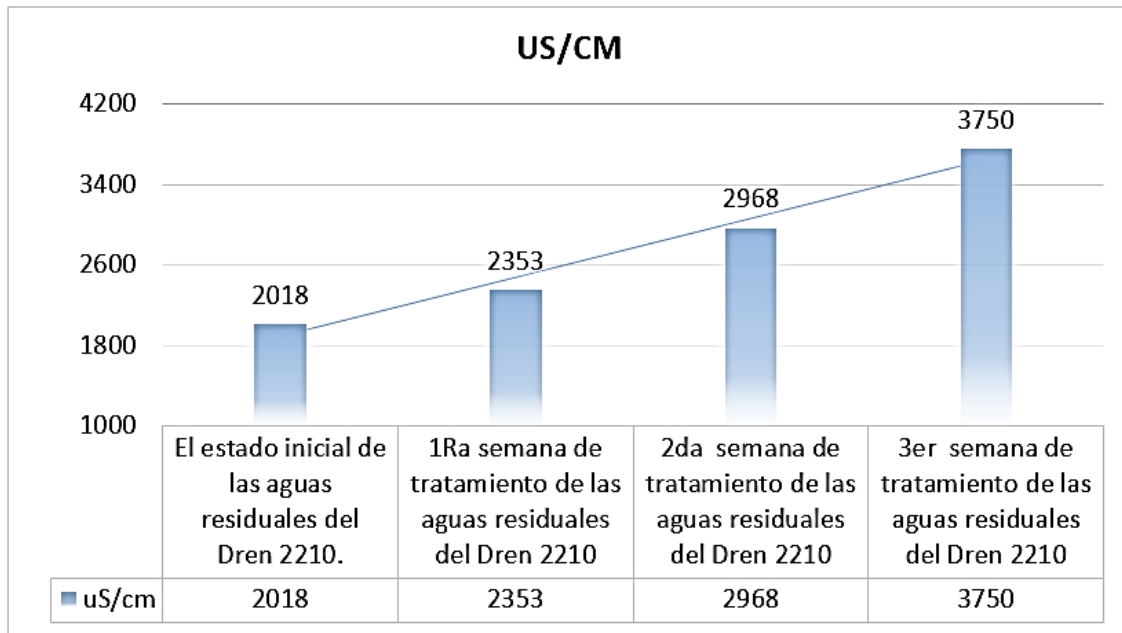
**Interpretación:**

Se monitoreó el pH de las aguas residuales se observó que el pH inicial con el valor 7.7 era óptimo para el crecimiento de la macrófita, en el transcurso de las semanas el pH fue variando hasta la tercera semana de haber iniciado la investigación cumpliendo con los ECAS establecidos.

**Tabla N°7 Resultados de la determinación de Conductividad Eléctrica**

INDICADOR	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.	1RA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	2DA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	3ER SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	PARÁMETROS ECA CAT. 3
uS/cm	2018	2353	2968	3750	2500

**Figura N°3** Evaluación de la conductividad eléctrica de las aguas residuales del Dren 2210.



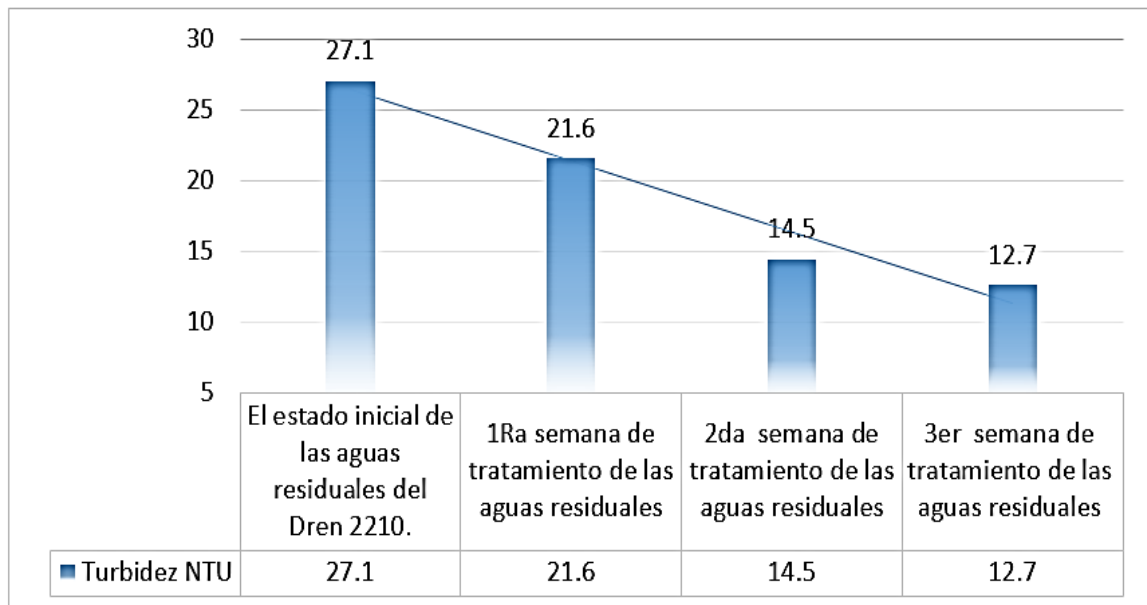
**Interpretación:**

Al evaluar la conductividad eléctrica de las aguas residuales se observó que en la primera muestra el valor fue 2018 uS/cm estando por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS), se observó que semana a semana fue aumentado llegando al valor de 3750 uS/cm en la tercera semana de haber iniciado la investigación.

**Tabla N°8 Resultados de la determinación de turbidez**

INDICADOR	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.	1RA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	2DA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	3ER SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	PARÁMETROS ECA CAT. 3
TURBIDEZ NTU	27.1	21.6	14.5	12.7	

**Figura N°4** Evaluación de la turbidez de las aguas residuales del Dren 2210.



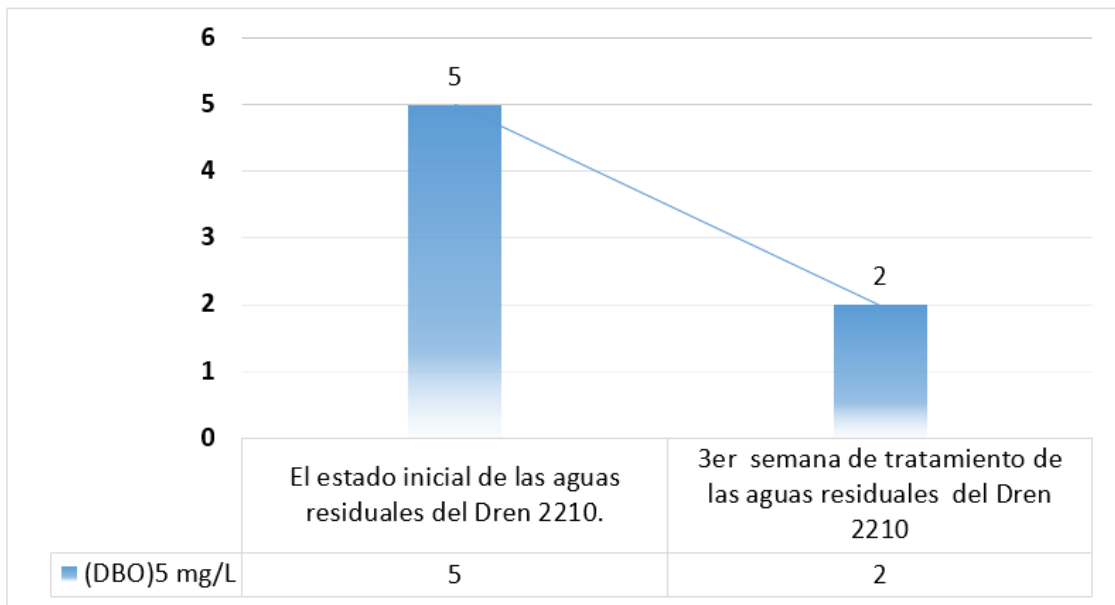
**Interpretación:**

Se monitoreó la turbidez de las aguas residuales del Dren 2210 donde se observó que la mayor turbidez se obtuvo en la primera muestra tomando un valor de 27.1 NTU, en el transcurso de las semanas fue disminuyendo hasta 12.7 NTU en la tercera semana de investigación.

**Tabla N°9 Resultados de la determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<sup>5</sup>**

INDICADOR	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.	3ER SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	PARÁMETROS ECA CAT. 3
(DBO) <sub>5</sub> MG/L	<5	<2	15

**Figura N°5** Evaluación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<sup>5</sup> de las aguas residuales del Dren 2210.



**Interpretación:**

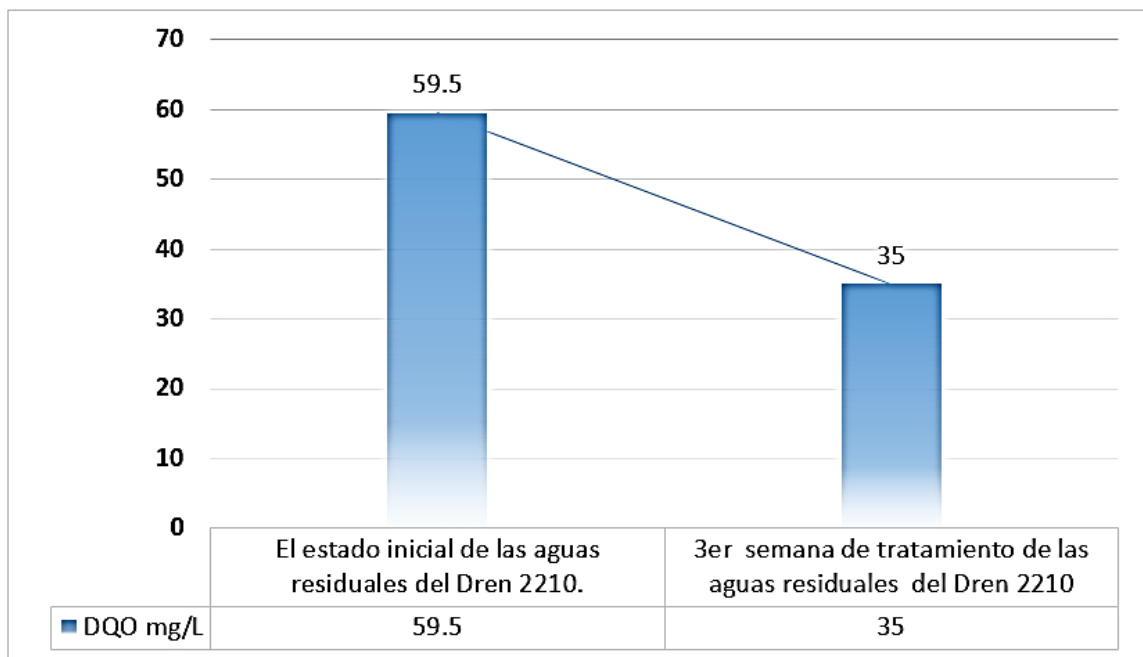
Se monitoreó el (DBO)<sup>5</sup> de las aguas residuales y se observó que en la primera muestra el valor fue de 5 mg/l cumpliendo con los estándares de calidad ambiental en cual semana a semana fue disminuyendo debido que la lenteja de agua se alimenta de la materia orgánica presente en las aguas residuales finalizando la investigación con un valor de 2 mg/l.



**Tabla N°10 Resultados de la determinación de Demanda química de oxígeno (DQO)**

INDICADOR	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.	3ER SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	PARÁMETROS ECA CAT. 3
DQO mg/L	59.5	35	40

**Figura N°6** Evaluación de la Demanda química de oxígeno (DQO) de las aguas residuales del Dren 2210.



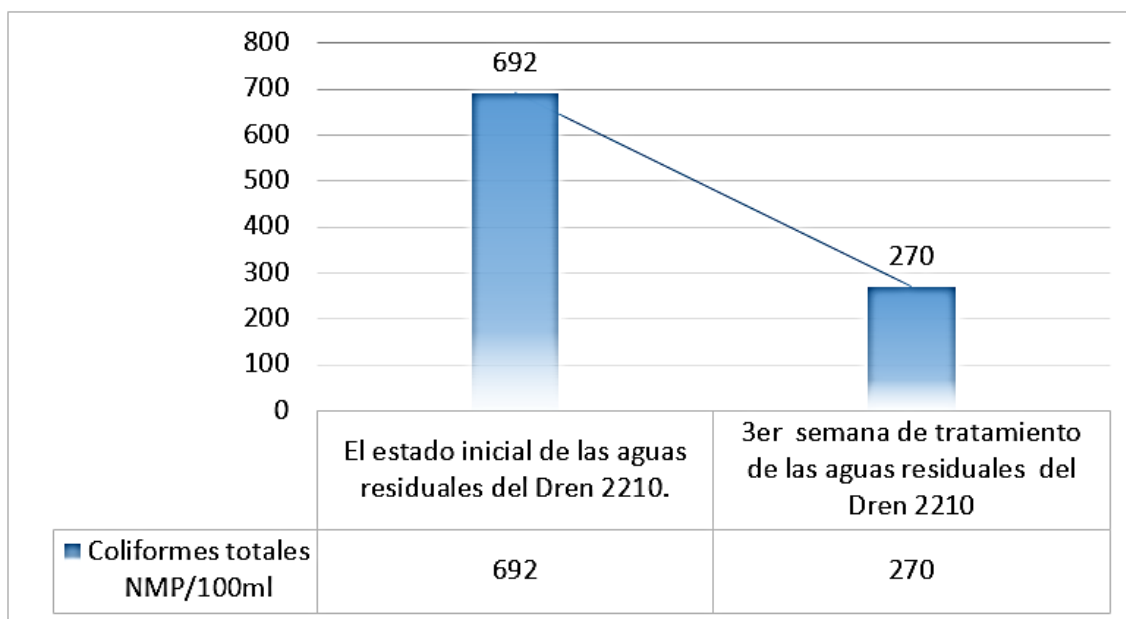
**Interpretación:**

Al monitorear las aguas residuales el DQO inicial fue de 59.5 mg/L el cual sobrepasaba el ECAS comparado, el cual al aplicar la investigación de fitorremediación de la lenteja de agua este DQO inicial disminuyo a 35 mg/L cumpliendo así los ECAS establecidos.

**Tabla N°11 Resultados de la determinación de Coliformes totales NMP/100ml**

	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.	3ER SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	PARÁMETROS ECA CAT. 3
COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	692	270	1000 - 5000

**Figura N°7** Evaluación de la determinación de coliformes totales de las aguas residuales del Dren 2210.



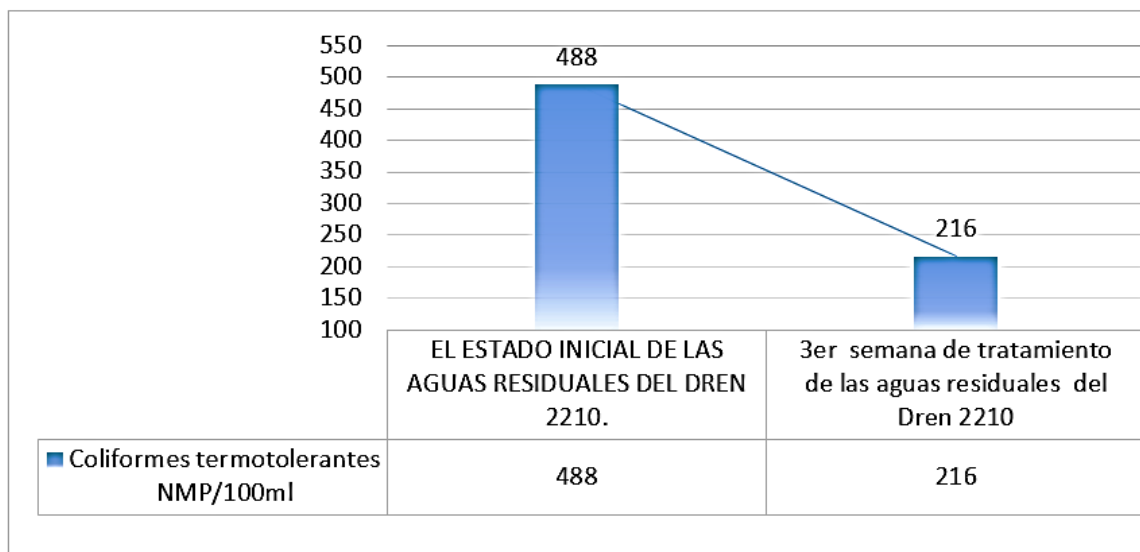
**Interpretación:**

Al monitorear las aguas residuales el valor inicial de la primera muestra es 692 NMP/100ml cumpliendo con los ECAS establecidos, el cual fue disminuyendo semana a semana siendo 270 NMP/100ml en la tercera semana de haber iniciado la investigación.

**Tabla N°12 Resultados de la determinación de Coliformes Termotolerantes  
NMP/100ml**

INDICADOR	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.	3ER SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	PARÁMETROS ECA CAT. 3
COLIFORMES TERMOTOLERANTES NMP/100mL	488	216	1000

**Figura N°8** Evaluación de la determinación de coliformes termotolerantes de las aguas residuales del Dren 2210.



**Interpretación:**

Se monitoreo la cantidad de coliformes termotolerantes de las aguas residuales y se determinó que la mayor cantidad de coliformes termotolerantes se obtuvo en la primera muestra con un valor de 488 NMP/100ml, se observó que al pasar las semanas fue disminuyendo la cantidad de coliformes termotolerantes siendo 216 NMP/100ml a la tercera semana de investigación.

#### IV. DISCUSIÓN

- Comparando con la investigación de Flores E y Jaramillo A (2011) que usó un diseño completamente al azar a diferencia de la presente investigación descriptivo- no experimental, transversal, su investigación se realizó con 12 recipientes, 4 para cada especie y 4 para combinar las dos especies con 10 litros para cada recipiente por 7 días concluyendo que la fácil reproducción de la lenteja de agua es una ventaja ya que puede absorber cantidades significativas de contaminantes si se dan en las condiciones adecuadas a comparación de la presente investigación que se utilizó un solo recipiente utilizando la técnica de Fitoestabilización con una muestra de 15 litros y la duración de tres semanas teniendo resultados positivos para la reutilización del agua residual.
- En contraste con la investigación realizada por García Z. con su método de sistemas por tandas en acuarios que poseían un flujo lento y continuo que duro 13 días la capacidad de remoción de la turbiedad fue de un 72%, el (DBO)<sup>5</sup> fue del 96.7% a comparación de la presente investigación que se realizó por Fitoestabilización que duro tres semanas la remoción de la turbiedad fue de 46.8% y DBO5 fue de 60%.
- A comparación de la investigación de Rodríguez C. que utilizó un diseño experimental en una planta piloto con estanques suministrándole agua residual de una comunidad cercana en contraste de la presente investigación que se utilizó un diseño no experimental - transversal, usando la técnica de Fitoestabilización en una pecera; la remoción del DBO5 que obtuvo la investigación de Rodriguez C. utilizando el Jacinto de agua fue del 70% en contraste de la presente investigación se obtuvo un 60% de remoción de (DBO)<sup>5</sup>.
- En contraste con la investigación de Canales A. que menciona que la lenteja de agua produce eutrofización en lagos por su mal control debido a que no poseen paredes para contener la reproducción de dicha macrófita, en la presente investigación ya que se realizó en una pecera su crecimiento fue controlado al punto que la macrófita se marchitara en ciertas partes de la pecera para que nuevas ocupen su lugar.

## V. CONCLUSIONES

- a) El grado de contaminación que se encontró al dren 2210 ciertos indicadores sobrepasaban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) con los que se deseaba comparar; en el caso de la conductividad eléctrica su valor inicial fue 2018 uS/cm y el DQO con el valor de 59.5 mg/L; superan los estándares establecidos hasta el término de la investigación que llegaron al valor de 3750 uS/cm y 35mg/L respectivamente cumpliendo así con los estándares deseados; por otro lado los análisis de pH, (DBO)<sup>5</sup>, coliformes totales y coliformes termotolerantes todos cumplieron con los estándares y de los cuales al término de la investigación su calidad fueron mejorando.
- b) Se demostró que la lenteja de agua o (*Lemna minor*) es una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales, porque es una macrófita de fácil manejo, adaptación, su rápido crecimiento y su bajo costo porque solo necesita de luz y aire para realizar la fotosíntesis y poder fitorremediar las aguas residuales.
- c) La eficacia de la Lenteja de Agua para fitorremediar las aguas residuales del Dren 2210 se comprobó en los resultados obtenidos al finalizar la investigación con una reducción del 46.8% de la turbidez, 60% de (DBO)<sup>5</sup> y del 41.2% de DQO, todos los análisis cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3 y sub categoría riego de vegetales, esto indica que con el tratamiento podemos reutilizar estas aguas y aprovecharlas para el riego de cultivos seleccionados.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para mitigar el impacto que produce los drenes al ambiente la utilización de plantas para fitorremediar las aguas residuales es una vía muy factible y barata, se recomienda realizar lagunas de estabilización en el cauce de los drenes para allí sembrar la macrófita lenteja de agua y fitorremediar dichas aguas.
- En el caso de realizar trabajos de fitorremediación de aguas residuales en peceras el aire es fundamental para el crecimiento de la lenteja de agua se debe inyectar aire a los extremos y al centro de las peceras de igual manera no se debe exponer los recipientes que contienen el agua residual a la radiación solar demasiado tiempo para evitar la evaporización del agua.
- Se recomienda que, si se va a trabajar en un ambiente amplio como lago, poza de oxidación, humedales, etc. Tener un control constante por su rápido crecimiento puesto que puede causar eutrofización en lugares no deseados.
- La lenteja de agua o *Lemna minor* es una macrófita muy eficaz en fitorremediar las aguas residuales, pero autores mencionan que por su alto contenido proteico esta se puede dar a los animales como complemento alimenticio.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- RODRIGUEZ Valencia, Nelson. Estudio de un biosistema integrado para el postratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, 2009. 552 pp.
- TORRES Calderón, Jesus. Fitorremediación de aguas Residuales por Hidroponía. Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias en Ingeniería Ambiental. México: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, 2009. 119 pp.
- AGUDELO, Lina, MAZO, Karina y Suárez, Alfredo. La fitorremediación (phyto = planta y remediación = mal por corregir), es un proceso que utiliza plantas para remover, transferir, estabilizar, concentrar y/o destruir contaminantes (orgánicos e inorgánicos) en suelos, lodos y sedimentos, y puede aplicarse tanto in situ como ex situ. Los mecanismos de fitorremediación incluyen la rizo-degradación, la fito-extracción, la fito-degradación y la fito-estabilización. Revista Lasallista de Investigación [en línea]. enero-junio, 2005. vol. 2, núm.1. [Fecha de consulta: 15 de setiembre del 2016] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/695/69520110.pdf>  
ISSN: 1794-4449
- MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua [en línea]. 2015 [fecha de consulta:]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-dediciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/>
- CANALES, Ángel. Evaluación de la biomasa y manejo de *Lemna gibba* (lenteja de agua) en la bahía interior del lago Titicaca, Puno. Revista del Departamento Académico de Biología. Febrero 2010. Vol. 9 No 2. [fecha de consulta: 15 de setiembre del 2016]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v9n2/a04v9n2>  
ISSN 1726-2216

- CUBILLUS, Janneth. Evaluación de la fitorremediación como alternativa de tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos. Tesis (Magister en ciencias Ambientales). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2011. Disponible en:  
<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/6281683C962.pdf>
- DELGADILLO, Angélica, GONZALEZ, César, PRIETO, Francisco, VILLAGOMEZ, José y ACEVEDO, Otilio. Las fitotecnologías se basan en los mecanismos fisiológicos básicos que tienen lugar en las plantas y en los microorganismos asociados a ellas, tales como: transpiración, fotosíntesis, metabolismo y nutrición. Tropical and Subtropical Agroecosystems [en línea]. Mayo- Agosto 2011, no.2. [fecha de consulta:10 de diciembre del 2016]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-04622011000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200002)  
ISSN 1870-0462
- GARCIA, Zarela. Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Tesis para obtener el título (Ingeniero Sanitario). Perú, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 2012. Disponible en:  
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1292>
- NUÑEZ, Roberto. MEAS, Yunny. BORGES, Raúl y OLGÍN, Eugenia. este tipo de estrategia utiliza plantas que desarrollan un denso sistema de raíz, para reducir la biodisponibilidad de metales y otros contaminantes en el ambiente por medio de mecanismos de secuestro, lignificación o humidificación. Biotecnología y biología molecular [en línea]. Julio - septiembre 2004. [fecha de consulta: 18 de noviembre del 2016]. Disponible en:  
[https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55\\_3/Fitorremediacion.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_3/Fitorremediacion.pdf)
- M. Ghosh y S.P.Singh. Una revisión sobre fitorremediación de metales pesados y utilización de sus subproductos. Asian Journal on Energy



and Environment [en línea]. Febrero- junio 2005. [fecha de consulta:10 de octubre del 2016]. Disponible en:

[https://translate.google.com.pe/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://www.aloki.hu/pdf/0301\\_001018.pdf&prev=search](https://translate.google.com.pe/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://www.aloki.hu/pdf/0301_001018.pdf&prev=search)

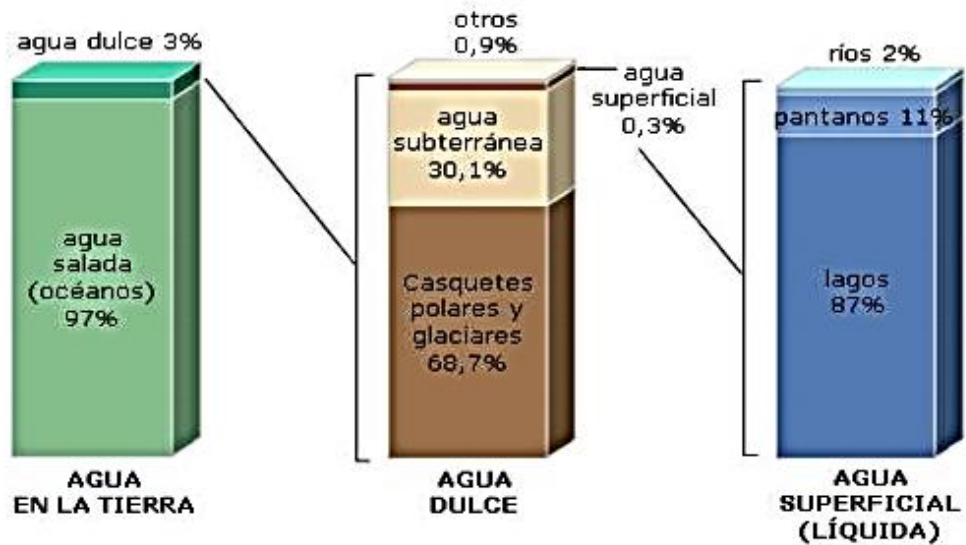
ISSN 1513-4121

- ZERGA, Alfredo. Proyecto indeci – pnud per/02/051 Ciudades Sostenibles. Lambayeque. Instituto Nacional de Defensa Civil Indeci.2003.
  - JARAMILLO, Mariuxi y FLORES, Edison. Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales *Lemma minor* (lenteja de agua), *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua) en agua residuales producto de la actividad minera. Tesis previa a la Obtención del título de Ingeniero Ambiental. Cuenca: Universidad Politécnica sede Cuenca, 2012. Disponible en:  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2939>
  - MARTELO, Jorge y LARA, Jaime. Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte. Ingeniería y Ciencia [en línea]. Enero-junio de 2012, n° 15. [fecha de consulta: 28 de noviembre del 2016]. Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83524069011>
- ISSN: 1794-9165
- CASTRO, Mario, ALMEIDA, Juniel, FERRER, Julio y DIAZ, Daissy. “Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global”. Ingeniería Solidaria, vol. 10, n.º 17. [fecha de consulta: 15 de noviembre del 2016]. Disponible en:  
<file:///C:/Users/eidve/Downloads/811-1853-1-PB.pdf>
  - PEREZ Alarcón, Fausto y CAMACHO Alcalá, Kathya. Tecnologías para el tratamiento de aguas servidas. Tesina para aprobar el examen demostrativo de la experiencia recepcional en el programa (Ingeniería Ambiental). Zona Poza Rica-Tuxan: Universidad Veracruzana, 2011. 77 pp.

- OEFA, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. 2014. Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. Lima, Perú: s.n., 2014
- Revista Gestión y Ambiente. [En línea]. Medellín, 2010. [Fecha de consulta: 20 de octubre 2016]  
<https://minas.medellin.unal.edu.co/centro-editorial/revistas/gestion-y-ambiente>
- AROCUTIPA Lorenzo, Juan. "Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari-Sandia". Tesis (Ingeniero Agrícola). Perú: Universidad Nacional del Altiplano-Puno, 2013.81pp

## VIII. ANEXOS

Figura 9. Distribución del agua



Fuente <http://ga.water.usgs.gov/edu/graphics/spanish>

Figura 10. Plantas acuáticas (adaptado de Tchobanoglous, G. aquatic plant system for wastewater treatment)

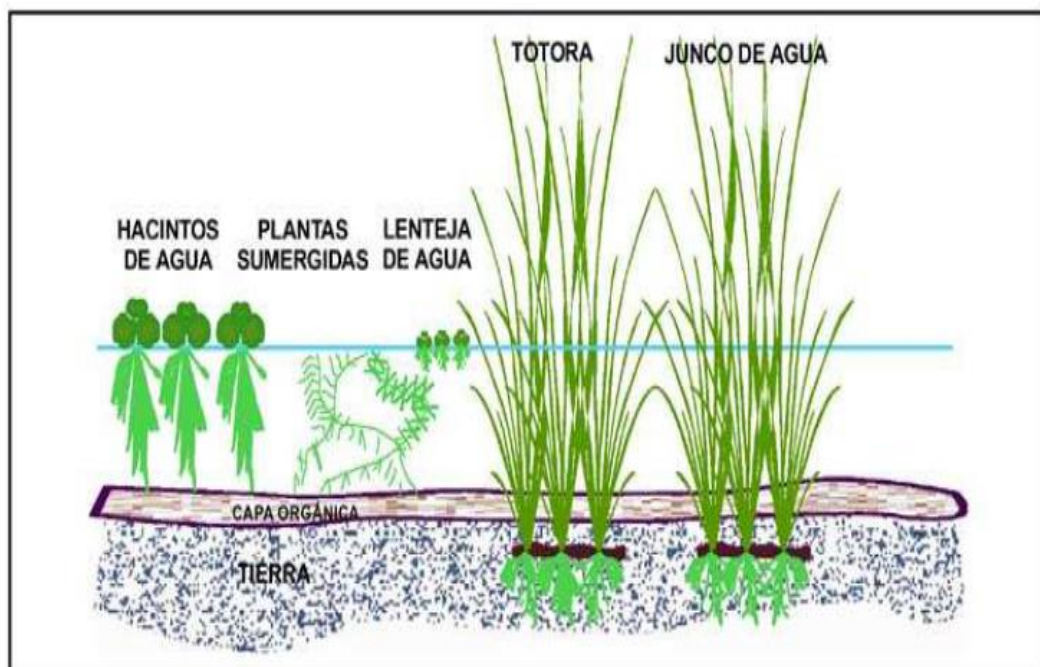
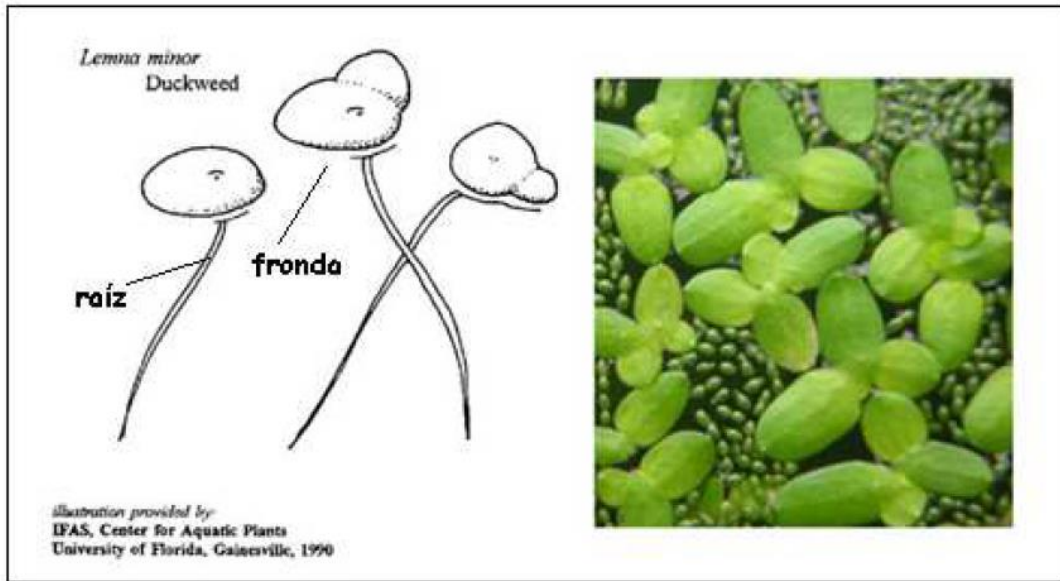


Figura 11. Morfología de la *Lemna minor*.



**Fuente:** IFAS Center for Aquatic Plants, University of Florida, Gainesville, 1990

Figura 12. Ubicación del muestreo del dren 2210.



**FUENTE: GOOGLE MAPS**

**Figura 13. Identificación del área para la muestra**



***Fuente: Elaboración Propia.***

**Figura 14. Extracción de muestra**



***Fuente: Elaboración Propia.***

**Figura 15. Colocación del agua residual a la pecera**



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 16. Tratamiento del agua residual**

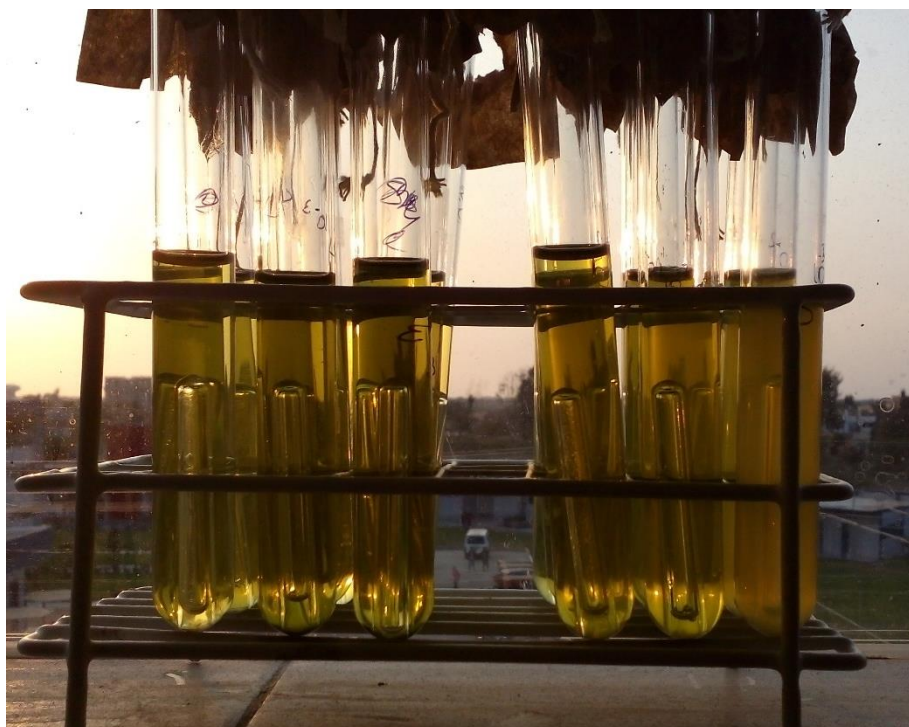


*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 17. Análisis físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del Dren 2210.**



***Fuente: Elaboración Propia.***



***Fuente: Elaboración Propia.***

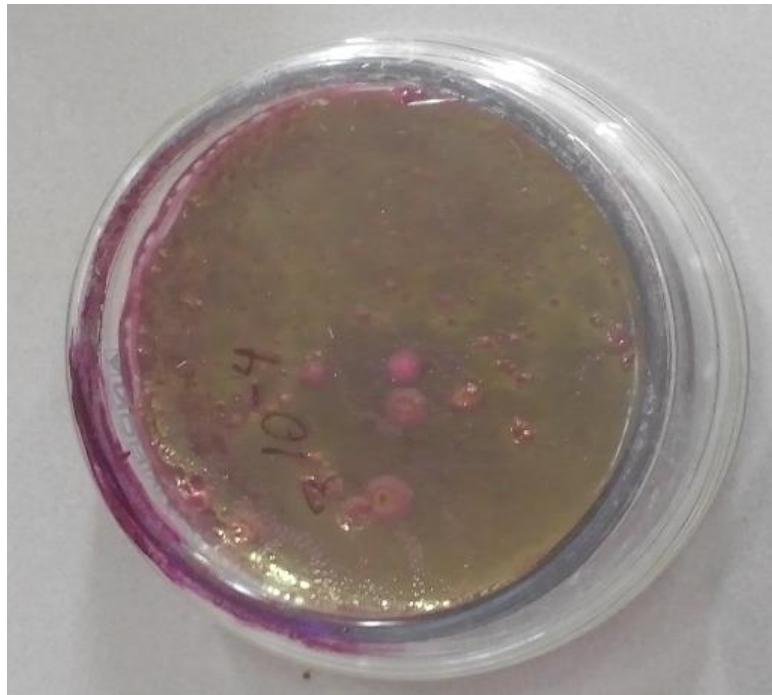
***Fuente: Elaboración Propia.***

**Figura 18. identificación de coliformes termotolerantes.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

**Figura 19. Identificación de *Escherichia coli***



**Fuente: Elaboración Propia.**



**Figura 20. Identificación de coliformes totales.**

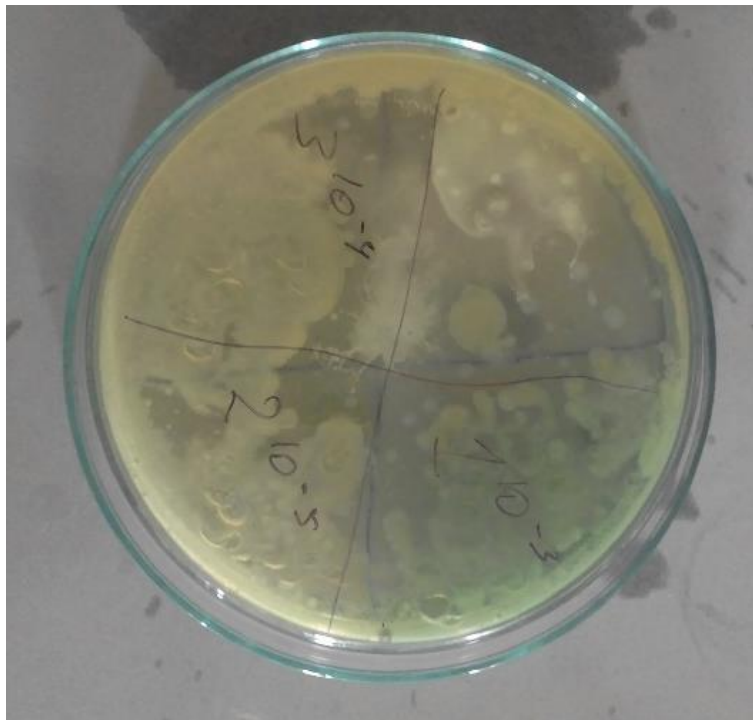

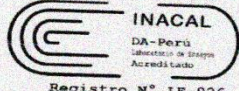


Figura 21. Validación de Resultados de los Análisis de (DBO)<sup>5</sup> Y DQO





INACAL  
DA-Perú  
Laboratorio de Grupos  
Acreditado  
Registro N° LE-026

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA CON  
REGISTRO No LE 026**

**INFORME DE ENSAYO**  
T-1234-J216-VERA

Pág. 01 de 02

CLIENTE : VERA RODRIGUEZ EDGARIVALDI

MÉTODOS DE ENSAYO : Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual Industrial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico  
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

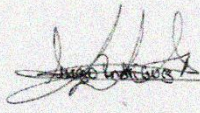
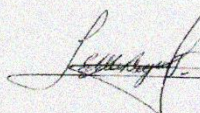
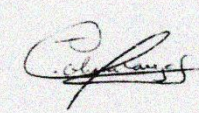
LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN: Trujillo, 13 de octubre de 2016 Hora: 17:30

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN: Trujillo, 13 de octubre de 2016

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección	Tiempo máximo de conservación recomendado/obligario
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 5210 A, B 22nd Ed. 2012	<5.0 mg/L	48h
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 5220 A, C 22nd Ed. 2012	<59.5 mg/L	28d

Sello                      Fecha Emisión                      22/10/2016

Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe del Laboratorio de Microbiología
		
Alexandra Aurazo Rodríguez	Edder Neyra Jaico CIP 147028	Juan Colina Venegas CBP 9924

---

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

\***Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.**

\* Las muestras serán eliminadas al término del tiempo máximo de conservación recomendado/ obligado, salvo requerimiento expreso del cliente

\* Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

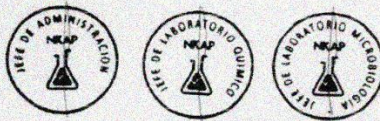
T-1234-J216-VERA

Fuente: Laboratorio de Ensayo Acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA

**INFORME DE ENSAYO**  
T-1234-J216-VERA

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			T-1234-01
Código de Cliente			Punto A
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			13/10/2016
Hora de Muestreo			10:30
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	<5.0
Código de Laboratorio			T-1234-02
Código de Cliente			Punto B
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			13/10/2016
Hora de Muestreo			10:30
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	59.05



*Fuente: Laboratorio de Ensayo Acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA*

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA CON  
REGISTRO No LE 026**

**INFORME DE ENSAYO**

T-1246-J216-VERA

Pág. 01 de 02

CLIENTE : VERA RODRIGUEZ EDGARIVALDI

MÉTODOS DE ENSAYO : Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual Industrial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico

Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN: Trujillo, 03 de noviembre de 2016 Hora: 16:00

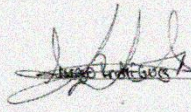
LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN: Trujillo, 03 de noviembre de 2016

**MÉTODO DE ENSAYO**

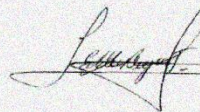
Parámetro	Norma-Método	Límite de detección	Tiempo máximo de conservación recomendado/obligado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 5210 A, B, 22nd Ed. 2012	<2.0 mg/L	48h
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 5220 A, C 22nd Ed. 2012	<35 mg/L	28d

Sello Fecha Emisión Jefe Administrativo Jefe del Laboratorio de Química Jefe del Laboratorio de Microbiología

11/11/2016



Alexandra Aurazo Rodríguez



Edder Neyra Jaico  
CIP 147028



Juan Colina Venegas  
CBP 9924

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

\*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

Las muestras serán eliminadas al término del tiempo máximo de conservación recomendado/ obligado, salvo requerimiento expreso del cliente

Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

T-1246-J216-VERA

Fuente: Laboratorio de Ensayo Acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA

**INFORME DE ENSAYO**  
T-1246-J216-VERA

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			T-1246-01
Código de Cliente			Punto A
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			03/11/2016
Hora de Muestreo			12.00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	<2.0
Código de Laboratorio			T-1246-02
Código de Cliente			Punto B
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			03/11/2016
Hora de Muestreo			12.00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	<35.00



T-1246-J216-VERA

Fuente: Laboratorio de Ensayo Acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA

**Figura 22. Validación de Resultados de los Análisis Físico-químicos.**



**VALIDACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS DE TESIS**

**ALUMNO:** Vera Rodriguez Edgar Ivaldi.

**TESIS:** EFICACIA DE LA FITORREMIEDIACION DE AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*)

Por medio del presente documento se brinda validez a los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos que se realizaron a las muestras de agua residual del Dren 2210; estos análisis se realizaron en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA TEMPERATURA (°C)**

Indicador	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 ANTES DEL TRATAMIENTO.	1RA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	2DA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	3ERA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210
Temperatura °C	26.3	23.5	24.0	24.4

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH).**

Indicador	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 ANTES DEL TRATAMIENTO.	1RA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	2DA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	3ERA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210
pH	7.7	7.5	7.6	7.98

*Fuente: Universidad César Vallejo-Filial Chiclayo*

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (uS/cm)**

Indicador	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 ANTES DEL TRATAMIENTO.	1RA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	2DA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	3ERA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210
Conductividad eléctrica uS/cm	2018	2353	2968	3750

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA TURBIDEZ**

Indicador	EL ESTADO INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 ANTES DEL TRATAMIENTO.	1RA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	2DA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210	3ERA SEMANA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210
turbidez NTU	27.1	21.6	14.5	12.7

En concordancia el procedimiento realizado, así como los instrumentos y materiales utilizados, se otorga la validez a los resultados anteriormente mostrados.

En muestra de conformidad, firmo el presente.



**Dra. Maxe Malca Raquel**  
Químico Responsable del Laboratorio  
Universidad César Vallejo

Fuente: Universidad César Vallejo-Filial Chiclayo

Figura 23. Validación de Resultados de los Análisis Microbiológicos.



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACION DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE TESIS

**ALUMNO:** Vera Rodriguez Edgar Ivaldi.

**TESIS:** EFICACIA DE LA FITORREMEDIACION DE AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*)

Por medio del presente documento de brinda validez a los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos que se realizaron a las muestras de agua residual del Dren 2210; estos análisis se realizaron en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

#### RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)


El estado inicial de las aguas residuales del Dren 2210 antes del tratamiento.	3 <sup>er</sup> semana de tratamiento de las aguas residuales del Dren 2210
692 (NMP/100ml)	270 (NMP/100ml)

#### RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100ml)

El estado inicial de las aguas residuales del Dren 2210 antes del tratamiento.	3 <sup>er</sup> semana de tratamiento de las aguas residuales del Dren 2210
488 (NMP/100ml)	216 (NMP/100ml)

En concordancia el procedimiento realizado, así como los instrumentos y materiales utilizados, se otorga la validez a los resultados anteriormente mostrados.

En muestra de conformidad, firmo el presente.

  
MSc. García López Jhon W.  
Microbiólogo Responsable Del Laboratorio  
Universidad César Vallejo

Fuente: Universidad César Vallejo-Filial Chiclayo



**Tabla N°13. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS, QUIMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.**

<b>Indicador</b>	<b>El estado inicial de las aguas residuales del Dren 2210 antes del tratamiento.</b>	<b>1<sup>Ra</sup> semana de tratamiento de las aguas residuales del Dren 2210</b>	<b>2<sup>da</sup> semana de tratamiento de las aguas residuales del Dren 2210</b>	<b>3<sup>er</sup> semana de tratamiento de las aguas residuales del Dren 2210</b>	<b>Parámetros ECA CAT. 3</b>
pH	7.7	7.5	7.6	7.98	6.5 – 8.5
Temperatura °C	26.3	23.5	24.0	24.4	Δ3
Conductividad eléctrica uS/cm	2018	2353	2968	3750	2500 - 5000
Turbidez NTU	27.1	21.6	14.5	12.7	

**Tabla N°13. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210.**

<b>Indicador</b>	<b>El estado inicial de las aguas residuales del Dren 2210 antes del tratamiento.</b>	<b>3<sup>er</sup> semana de tratamiento de las aguas residuales del Dren 2210</b>	<b>Parámetros ECA CAT. 3</b>
- Demanda biológica de oxígeno (DBO) <sup>5</sup> mg/L	<5	<2	<b>15</b>
- Demanda química de oxígeno (DQO) mg/L	59.5	35	<b>40</b>
- Coliformes fecales NMP/100ml	si	si	<b>100</b>
- Coliformes totales NMP/100ml	692	270	<b>1000 - 5000</b>
- Coliformes termotolerantes NMP/100ml	488	216	<b>1000</b>

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
AUTORA: VERA RODRIGUEZ, Edgar Ivaldi					
TITULO: EFICACIA EN LA FITORREMIACION DE AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE AGUA ( <i>Lemna minor</i> )					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ESTRATEGIA
¿Qué tan eficaz es la fitorremediación de aguas residuales del dren 2210 utilizando lenteja de agua ( <i>Lemna minor</i> )?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la eficacia que tiene la lenteja de agua (<i>Lemna minor</i>) para la fitorremediación de aguas residuales en el dren 2210 ubicado en la entrada de la ciudad de Lambayeque.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p>	Es eficaz la fitorremediación de aguas residuales del dren 2210 utilizando la lenteja de agua ( <i>Lemna minor</i> )	<p><b>Variable 1:</b></p> <p>Eficacia de fitorremediación de la lenteja de agua (<i>Lemna minor</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura.</li> <li>- pH.</li> <li>- Conductividad Eléctrica.</li> <li>- Turbidez.</li> <li>- (DBO)<sup>5</sup></li> <li>- DQO</li> <li>- Coliformes totales.</li> <li>- Coliformes termotolerantes.</li> </ul>	Realizar análisis de laboratorio

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar el grado actual de contaminación del agua residual del dren de Lambayeque.</li> <li>• Demostrar la utilización de <i>Lemna minor</i> como fitorremediadora es una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Comprobar la eficacia de fitorremediación de la lenteja de agua o <b><i>Lemna minor</i></b>.</li> </ul>				
--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia.

## ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

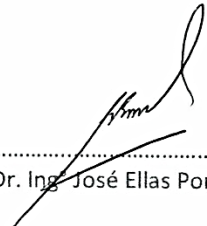


### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LOS TRABAJOS ACADEMICOS DE LA UCV

Yo, **PONCE AYALA JOSÉ ELÍAS**, docente de la experiencia curricular de **DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, del ciclo **X**, y revisor del trabajo académico titulado: **EFICACIA DE LA FITORREMEDIACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE AGUA (Lemna minor)**, elaborado por el Ex Alumno **EDGAR IVALDI VERA RODRIGUEZ**, he sido capacitado e instruido en el uso de la herramienta Turnitin y he constatado lo siguiente:

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 20 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencia mínimo que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 12 de setiembre del 2018



.....  
Dr. Ing. José Elías Ponce Ayala

## AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 2 de 2
--	---	---

Yo **EDGARIVALDI VERA RODRIGUEZ**, identificado con DNI N° **71394743**, egresada de la Escuela de **INGENIERIA AMBIENTAL**, de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: **EFICACIA DE LA FITORREMEDIACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL DREN 2210 UTILIZANDO LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*)**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

\_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 71394743

FECHA: 14 de SEPTIEMBRE del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------