



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Fitodepuración de aguas residuales del Dren 4000 utilizando  
variedades de plantas acuáticas como Eichhornia Crassipes Y  
Typha Latifolia, Santa Rosa**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Bach. Lozada Bances, Luis Anthony (ORCID: 0000-0001-8802-3474)

**ASESOR:**

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

CHICLAYO – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi mamá Teresa por su apoyo incondicional.

A mi abuela Onelia y tía María que son las personas muy importantes en mi vida y que día a día me motivaron a seguir luchando.

***Luis Anthony***

## **Agradecimiento**

Expreso mi gran gratitud a mi madre por su apoyo incondicional, a su vez con las personas a mí alrededor que gracias a su comprensión y preocupación por mi bienestar me motivaron a seguir adelante, a ellas gracias.

***Luis Anthony***

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Resumen.....	vi
Abstract .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA .....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Operacionalización de variables .....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	10
3.5. Procedimiento .....	11
3.6. Método de análisis de datos .....	11
3.7. Aspectos éticos.....	11
IV. RESULTADOS .....	12
V. DISCUSIÓN.....	15
VI. CONCLUSIONES .....	18
VII. RECOMENDACIONES.....	19
REFERENCIAS .....	20
ANEXOS .....	25
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	39
Reporte de turnitín .....	40
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV .....	41
Autorización de la versión final de trabajo de investigación .....	42



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Fuentes de vertimiento de aguas residuales y de disposición de residuos .....	6
<b>Tabla 2.</b> Análisis Fisicoquímicos – Microbiológicos de aguas residuales Dren 4000 .....	12
<b>Tabla 3.</b> Análisis Fisicoquímicos – Microbiológicos de aguas residuales en los humedales artificiales.....	13
<b>Tabla 4.</b> Resultados de cantidad de coliformes termotolerantes de ambas variedades de plantas acuáticas. ....	13
<b>Tabla 5.</b> Resultados de densidad poblacional de coliformes termotolerantes. ....	13

## Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la eficiencia de las plantas como fitodepuradoras, y a la vez identificar si los sistemas de humedales artificiales fueron eficientes con una *Eichhornia crassipes* (macrófita flotante) y una *Typha latifolia* (macrófita emergente). El diseño de investigación es no experimental longitudinal inferencial descriptivo ya que se tomó los datos en tres tiempos inicial, intermedio y final. Mis variables fueron determinación de fitodepuración de las aguas residuales del dren 4000 y variedad de plantas acuáticas como *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia*.

Mi población fue las aguas residuales del Dren 4000 en la caleta Santa Rosa, para llevarlas a laboratorio de ciencias de la Universidad César Vallejo para los análisis de mayor importancia en Fitodepuración (DBO, DQO, Sólidos Totales, Turbidez, Temperatura, pH). Según los resultados en el tratamiento, los análisis fisicoquímicos en el *Eichhornia crassipes*, fueron más eficiente a comparación de la *Typha latifolia*. Lo cual tuvo eficiencia en ambos humedales y al mismo tiempo los resultados obtenidos fueron en poco tiempo, lo cual indica que estas aguas pueden ser tratadas con variedades de plantas acuáticas.

**Palabras claves:** Fitodepuración, Macrófita flotante, Macrófita emergente.

## Abstract

The objective of this thesis was to determine the efficiency of plants as phytodepurators, and at the same time to identify if the artificial wetland systems were efficient with an *Eichhornia crassipes* (floating macrophyte) and a *Typha latifolia* (emerging macrophyte). The research design is non-experimental descriptive inferential longitudinal since the data was collected in three initial, intermediate and final times. My variables were determination of phytodepuration of wastewater from drain 4000 and variety of aquatic plants such as *Eichhornia crassipes* and *Typha latifolia*.

My population was the wastewater from the Drain 4000 in the Santa Rosa cove, to be taken to the science laboratory of the César Vallejo University for the most important analyzes in Phytodepuration (BOD, COD, Total Solids, Turbidity, Temperature, pH). According to the results in the treatment, the physicochemical analyzes in *Eichhornia crassipes* were more efficient compared to *Typha latifolia*. Which was efficient in both wetlands and at the same time the results were obtained in a short time, which indicates that these waters can be treated with varieties of aquatic plants.

**Keywords:** Phytodepuration, Floating macrophyte, Emerging macrophyte.

## I. INTRODUCCIÓN

El terminal pesquero del distrito de Santa Rosa tiene como principal actividad económica la comercialización de productos hidrobiológicos. Se aprecia que al momento de ingresar al distrito de Santa Rosa las aguas que fluyen por el dren cambian de color, dado que diferentes industrias vierten sus aguas, La *Typha latifolia* que abunda en este dren no puede adecuar un mantenimiento y monitoreo de la misma. Observamos un reciclaje inadecuado que va desde residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en una mala gestión de disposición final de los mismos.

Se averiguó que en la gestión municipal de la caleta Santa Rosa se iba a implementar unas lagunas de potabilización, lo cual me motivó a investigar a fondo, por el cual realice la presente investigación buscando medidas de solución, que no se ejecutó por la falta de sensibilización, documentos administrativos y la participación ciudadana. Las aguas tienen métodos y técnicas que se pueden reusar y así evitar el gasto y/o el desperdicio innecesario.

Las aguas residuales industriales que a diario se vierten, no tienen un monitoreo por parte de ninguna autoridad, y se puede mejorar con un tratamiento y así lleguen con menos carga contaminante al dren 4000, de las mismas industrias.

Mi formulación del problema fue así: ¿Cómo determinaríamos la fitodepuración de aguas residuales del Dren 4000 utilizando variedades de plantas acuáticas como *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia*, Santa Rosa?, a lo que se respondió de la siguiente manera de justificación ambiental que siempre estamos buscando las alternativas de solución frente a los problemas de contaminación generados por el hombre.

El problema del agua residual industrial especialmente de las que se vierten a diario en el dren 4000, es un tema que últimamente hay en debate, debido a que este recurso está siendo limitado y afectado por la contaminación debido a la poca atención y precaución que se tiene al no tratar aguas residuales que pudieron tener diversos usos y actividades, en el mismo dren se desarrolla la *Typha latifolia*, que si se tuviera un control exhaustivo, se puede mejorar el tratamiento de las mismas

aguas y a su vez disminuir la carga contaminante.

En la justificación económica ante el problema de contaminación, se evaluaron métodos eficientes y cómodos en costos, algunos de ellos no pudieron ser accesibles, es por ello la implementación de un humedal artificial en prueba piloto resulta factible y accesible ya que ahorra un 80 % de energía.

En la justificación social ante el problema eminente de la emanación de olores desagradables ante el eventual turismo, no era muy accesible los ingresos, además que los mismos pobladores no tuvieron óptimas condiciones de un ambiente saludable, ya que su principal actividad comercial es la comercialización de productos hidrobiológicos, fuente de la cual compran en el terminal pesquero en el cual se ubica el dren 4000. Es por ello que al ver el problema de las aguas residuales vertidas al dren 4000 sin tratamiento y previo control alguno opté por la implementación de humedales artificiales para el tratamiento con *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia* cada uno.

Mi objetivo general fue la fitodepuración de aguas residuales del dren 4000 utilizando variedades de plantas acuáticas como *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia*. Mis objetivos específicos fueron analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del dren 4000., construir humedales artificiales de flujo sub-superficial con lecho de grava y arena., analizar las aguas residuales tratadas dentro de los sistemas de humedales artificiales., comparar la eficiencia de *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia* a través de las aguas tratadas en los humedales artificiales.

Mi principal hipótesis fue la fitodepuración de las aguas residuales del dren 4000 se determina mediante la eficiencia de las variedades de plantas acuáticas como *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia*.

## II. MARCO TEÓRICO

Según (Rodríguez Miranda, y otros, 2010) empleo dos sistemas de reactores de humedales artificiales de flujo superficial de la cual va a trabajar con ambas especies, destaca que ambos reactores trabajaron bien salvo una diferencia de uno con otro, en algunos parámetros y ambos fueron eficientes en remoción de materia orgánica.

Según (Gutiérrez Osorio, y otros, 2006) por medio de su trabajo de investigación las aguas residuales generadas de la Casa de Estudios Autónoma de Morelos no se implementa un tratamiento adecuado, por ello llevo a cabo tres humedales artificiales implementando la *Typha domingensis* y *Phragmites australis*, y el ultimo con ambas especies, llevándolo a cabo dentro de seis meses, lo cual demostró eficiencia en cada humedal de cada una de las especies.

Según (O., 2001) manifiesta en su trabajo de investigación que las aguas residuales provenientes de los cultivos y del procesamiento de la trucha para exportación son vertidas al río Otún lo cual perjudica un gran problema al mismo, por ello ejecutó dos lagunas, una con *Eichhornia crassipes*, y trabajo con otra laguna convencional de estabilización. Si bien es cierto sus datos experimentales obtenidos en la laguna de estabilización, conjunto con los de la laguna de Jacinto de agua, le facilita tener una base comparativa en el cual evalúa la eficiencia en remoción de materia orgánica y cuanto se ha manejado en los diferentes tiempos de retención, lo cual le llevo a demostrar mediante sus resultados adquiridos que el *Eichhornia crassipes* fue eficiente.

Según (Valderrama, 1996) nos asegura en su estudio de investigación que ella quiso identificar un sistema de escala laboratorio, para la calidad del agua residual agroindustrial como base primordial de las lagunas de oxidación de la agroindustria en la Sábana de Bogotá fue efectuado con las especies *Limnobium laevigatum* y *Eichhornia crassipes* para cooperar en el removimiento de los contaminantes. El *Eichhornia crassipes* fue eficiente en materia orgánica y la otra variedad en coliformes fecales.

Según (VÁSQUEZ CHINGAY, 2018), su investigación destaca el uso del *Eichhornia crassipes* para la remoción de materia orgánica de aguas residuales mediante humedales artificiales en la Universidad César Vallejo sede Trujillo. “Las muestras de aguas residuales se tomaron del efluente de la UCV Trujillo” para posteriormente ser analizadas en parámetros físicos – químicos y sucesivamente su tratamiento de estas. Concluye que, al comparar los resultados del análisis, la disminución de materia orgánica inició a los 10 días del tratamiento de agua residuales.

Según (Castro, 2016) el autor en su estudio destaca como su objetivo general la eficiencia del *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor*, la investigación fue experimental. Terminado la investigación género que el *Eichhornia crassipes* fue capaz al porcentaje de la remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los líquidos residuales realizados que fueron tratados por *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor*, y según los parámetros que el autor ejecuto como en el caso de temperatura, el pH, los sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno se encontraban por debajo de los límites máximos permisibles con el tratamiento de las variedades de ambas especies, pero a su vez en el parámetro microbiológico como lo son los coliformes termotolerantes fecales exceden de los límites máximos permisibles.

Variedad de plantas acuáticas anteriormente no existía la importancia de la minimización de contaminantes en aguas residuales, varias plantas eran vistas como una maleza debido a la multiplicación asexual. Más adelante un estudio de investigación, concluye que el tratamiento de líquidos residuales se puede utilizar en otros fines. La especie de macrófita escogida corresponderá a determinadas características para aumentar el éxito de los resultados esperados. La especie debe disponer de un efectivo sistema de rizomas. (B., 2013)

Es preferible que la macrófita provenga de un área local, para asegurar la adaptabilidad a condiciones climáticas, al ecosistema y desarrollarse fácilmente en las condiciones ambientales del sistema proyectado. En el cual la planta permitirá aumentar la disponibilidad en el área local, de manera que la propagación de esta a lo largo del humedal se realice con éxito (PANCHI, 2013).

Determinación de la fitodepuración de las aguas residuales las macrófitas deben tener los rasgos necesarios para el sistema de fitodepuración, para el resultado análisis físico-químicos y microbiológicos y así evaluar la variedad de planta más eficiente. Recalcar que se debe realizar un primer análisis al agua residual antes de la ejecución de un humedal o biofiltro y después un análisis quincenal cuando el agua residual este en el humedal e ir comparando con la primera muestra del inicio y ver si se logró disminuir los parámetros de agua residual (Arias Martínez, y otros, 2010).

Fitodepuración la palabra fito proviene de las plantas y depuración del tratamiento de aguas residuales, es decir la fitodepuración es el sistema de depurar aguas residuales mediante ecosistemas vegetados. El término *depurar* se logra a entender como un proceso de recolección de agua que ha sido utilizada para una actividad de diversas industrias ya sean industriales o municipales, y tratarlas para remover contaminantes. Las plantas emergentes más usuales y utilizadas en la fitodepuración son eneas, carrizos, papiros, lentejuelas de agua y lotos (Fernández González, y otros, 2001)

Macrófita. según desde el punto de vista de la botánica en referencia a la palabra macrófita se le designa a un vegetal dentro del punto de vista simple entre las que tenemos a las herbáceas, arbustos, árboles. También se cuentan con las macrófitas acuáticas que desde el punto de vista botánico abarcaría angiospermas, helechos (plantas acuáticas vasculares), musgos acuáticos y grandes algas. (Fernández González, y otros, 2001)

Dren en lo que concierne podríamos definir que se trataría de un pequeño canal en el que va desembocar por gravedad el agua del suelo o también hablamos de un acuífero para controlar el nivel de agua (INFOJARDIN) .En una definición realizada por un análisis de IMARPE, menciona que este dren está ubicado al norte el distrito de Santa Rosa, en el litoral de Lambayeque.



En la cuenca Chancay-Lambayeque viene a formar parte del sistema de drenaje que mayormente su vertiente recoge aguas que son posteriormente empleadas en el riego agrícola, hay un problema ambiental que afecta al drenaje presentan 4 destilerías la que generan residuos industriales, desechos orgánicos derivados de un matadero aledaño, la laguna primaria de estabilización de Santa Rosa que se ubica en determinado tramo ya casi a la desembocadura al océano, venta de productos hidrobiológicos en ECOMPHISA, así colindante con el procesamiento artesanal de pescado salado del CEPPAR, siendo sus principales residuos sólidos (vísceras de pescado) y líquidos (sangre, mucus, materia grasa).

El instituto mencionó que dicho dren tiene una prolongación de 20 km, se encuentra distribuido por dos tramos: un tramo de 6 Km, denominado Dren FAP 4000; y el segundo tramo de 14 km, denominado Dren 4000 propiamente dicho, iniciado a continuación en la tabla 1 y que termina en el litoral de la playa del distrito de Santa Rosa, donde desemboca al Océano Pacífico (Impacto del Dren 4000 al Ecosistema Marino de la Caleta Santa, 2018)

**Tabla 1.** Fuentes de vertimiento de aguas residuales y de disposición de residuos

<b>Empresa / población</b>	<b>Tipo de aguas residuales</b>
Chosica del Norte (Distrito de la Victoria).	Aguas Residuales Domésticas.
Alcoholera del Pacífico S.A.C	Aguas Residuales Industriales.
Villa Leones.	Aguas Residuales Domésticas.
Empresa Alcoholera Naylamp.	Aguas Residuales Industriales.
Granja de Pollos.	Aguas Residuales Industriales.
Distrito de Santa Rosa.	Aguas Residuales Domésticas.
ECOMPHISA.	Aguas Residuales Industriales.
Productores de Pescado Salado.	Aguas Residuales Industriales.
FONDEPES	Aguas Residuales Industriales.

Fuente: impacto del dren 4000 al ecosistema marino de la caleta santa rosa, Lambayeque y alternativas de recuperación .

*Eichhornia Crassipes* es frecuentemente utilizada en purificar y proliferar un cuerpo de agua contaminado, frecuentemente llamada buchón de agua, lirio acuático, camalote entre otros nombres más. Los indicadores en lo que concierne a la reproducción de esta especie han obtenido distribuciones extensas, debido a que viven en un sistema acuático; son muy adaptables formando así un lugar de expansión, la reproducción es asexual (B., 2013).

Esta especie no solo es eficiente en la remediación de aguas con porcentajes de nutrientes y de materia orgánica, sino que ha sido comprobada su eficiencia en sustancias tóxicas como el As, Zn, Cd, Cu, Pb, Cr, y Hg. Esta especie se adapta a cualquier tipo de agua ya sea dulce o salada, con lo que respecta a lo último no tolera mucho la salinidad ya que las modificaciones de estas aguas en estas condiciones las puede limitar su expansión o las puede matar.

La *Eichhornia crassipes* va a variar el color de su tono debido a que sistema acuático se encuentre y que tipo de agua absorba que puede estar de un color oscuro en el proceso de un color verde que se presenta desde en un inicio. Si se desea ejecutar un tratamiento efectivo y en menos tiempo debo definir la cantidad de especies de las que voy a emplear. En otro aspecto como es la temperatura tiene amplia adaptación en condiciones climáticas variables siendo muy insensible a los que son las heladas que serían cambios climáticos extremos. (Martelo, y otros, 2012)

*Typha latifolia* es una planta perenne que crece de 2,5 m hasta 3 m a un ritmo acelerado. Las flores son monoicas, es decir son flores que presentan ambos sexos en la misma planta. Su ventaja es de mantener el pH adecuado: ácidos, alcalinos (suelos neutros y básicos). Necesita del sol para poder crecer ya que en sombra se le dificulta. En lo que concierne a hábitats se puede desarrollar en estanques; jardín del pantano. Las características especiales de la *Typha latifolia* crecen sumergida, es una planta invasora. Su propagación es por semilla. Para su multiplicación fracciona sus rizomas que esto se obtiene a través de la división de mata, dada después de su floración siendo su mejor momento. (FloresyPlantas.net, 2010).

Nombre común: enea, espadaña de hoja ancha. Familia: *Typhaceae*. Origen: áreas templadas subtropicales y tropicales del hemisferio norte. Curiosidades: Planta muy adecuada para humedales artificiales. Tiene capacidad para depurar aguas residuales de manera natural (Gijón).

Aguas residuales según el organismo del estado define a las aguas que han sido alteradas mayormente por actividades antropogénicas, ya sea de una industria o municipales van a necesitar de un tratamiento previo, algo que hoy en día se vierten a un cuerpo natural de agua, pudiendo ser reutilizadas con un tratamiento convencional (Ambiental, 2014).

Características fisicoquímicas de las aguas residuales mayormente son parámetros que se pueden medir, a través de una prueba de laboratorio cabe resaltar que entre los más destacados o más esenciales tenemos a materia orgánica, fracción más notable de aguas residuales domésticas y municipales si bien es cierto estos compuestos están formados por combinaciones de C, H y O en algunos casos ya que podría darse la presencia de N, así como otros elementos.

Muy independiente de los elementos también puede haber ciertas sustancias orgánicas tales como las proteínas que se podrían dar si en esas aguas residuales hay restos de origen animal y vegetal, los carbohidratos que son restos de origen vegetal, los aceites y grasas mayormente dado en residuos de cocina e industria y por último tenemos a los detergentes. DBO, la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua.

Este parámetro está determinado por el consumo de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables que está presente en un cuerpo de agua residual. DQO, se menciona que es la cantidad de materia orgánica que se oxida por una cantidad de oxígeno presente en un agua residual (Hidritec, 2011-2016).

Sólidos mayormente conformados por materiales suspendidos y disueltos que afectan la calidad del agua y que son importante para el control de proceso biológico y físico (clalizherga).

pH, es un parámetro que nos indica la calidad del agua están estandarizados sus valores y se mide del 0 - 14 y de ahí podemos decir si son alcalinos o ácidos (Colombia, 2016)

Características microbiológicas de las aguas residuales tal vez la más relevante de un proceso de tratamiento de aguas residuales que nos indica que pueden existir organismos patógenos procedentes de los desechos humanos, que lo cual ese cuerpo de agua puede traer consigo una variedad de organismos patógenos que pueden ser bacterias, virus y protozoos y helmitos, el crecimiento óptimo ocurre a pH entre 6,5, y 7,5. Algunas de las bacterias son patógenas, como la *Escherichia coli*, indicador de contaminación de origen fecal (Carita Laruta, 2012).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es cuantitativo.

Diseño de investigación es no experimental longitudinal inferencial descriptivo ya que se tomaron los datos en tres tiempos uno inicial, intermedio y un final.

#### 3.2. Operacionalización de Variables

**Variable 1:** Fitodepuración de Aguas Residuales del dren 4000.

**Variable 2:** Variedades de Plantas Acuáticas como *Eichhcornia crassipes* y *Typha latifolia*

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Las aguas residuales del Dren 4000 en la caleta Santa Rosa .

**Muestra:** Para el proceso de muestras no probabilísticas consiste en recoger muestra de 2.5 L de aguas residuales del dren 4000 en el distrito de Santa Rosa para llevarlas al laboratorio de ciencias de la Universidad César Vallejo para posteriormente hacer sus análisis.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Ficha de Recolección de Datos,** La cual me sirvió para llenar datos de los análisis de las aguas residuales del dren 4000 y ver la parte morfológica, adaptativa de las plantas en el proceso de fitodepuración en las técnicas de campo.

### **3.5. Procedimiento**

Una vez ejecutados los humedales se tomó las muestras que fueron analizadas en el laboratorio de ciencias de la Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo, que estuvieron supervisados y validados por la encargada de laboratorio, para posteriormente analizar las mismas aguas con los humedales artificiales ejecutados, con la variedad de planta acuática y evaluar cual tiene mayor efecto fitodepurador.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Tablas y Figuras, el empleo de tablas y figuras fue empleado para darle una estructura organizada y darle la asimilación de datos procesados y obtenidos durante el estudio.

Excel, es un software informático de hojas de cálculo electrónicas que nos permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones

### **3.7. Aspectos éticos**

Los resultados del presente trabajo de investigación han sido confiables ya que se realizaron en el laboratorio de ciencias de la Universidad César Vallejo habiendo determinado los parámetros fisicoquímicos - microbiológicos.

Resaltando que en todo momento los datos fueron verídicos, he sido testigo de las descargas de las aguas residuales de las industrias pesqueras y municipales que se vierten al Dren 4000. Ya que aspectos que en todo momento respaldaran el carácter de investigación científica de la presenta tesis.

#### IV. RESULTADOS

En la fitodepuración de aguas residuales del dren 4000 se utilizó variedades de plantas acuáticas *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia*. Se realizó un 3 de octubre. Analicé “los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual” del dren 4000 dando por resultado:

**Tabla 2.** *Análisis Fisicoquímicos – Microbiológicos de aguas residuales Dren 4000*

<b>Dren 4000</b>			
03/10/2016			
<b>N°</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor inicial</b>
1	Temperatura	°C	25.6
2	pH	Rango	8.41
3	Turbidez	NTU	18.6
4	DBO	mg/L	430.5
5	DQO	mg/L	521
6	Sólidos totales	mg/L	716.6
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	3126
8	Coliformes termotolerantes	UFC/ mL agua	6.252 * 10 <sup>7</sup>

Fuente: elaboración propia

Se construyó dos humedales artificiales de flujo sub-superficial, uno para *Typha latifolia* y otro para *Eichhornia crassipes*, en el cual se empleó 35 plantas de ambas especies. Cada humedal tuvo la capacidad de almacenar 300 Lt de aguas residuales del Dren 4000, con 80 kg de arena y 80 kg de grava. Para el cual el agua a tratar se mantuvo en reposo antes de ser vertida a los humedales

Se analizó las aguas residuales tratadas dentro de los sistemas de humedales artificiales obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 3.** Análisis Físicoquímicos – Microbiológicos de aguas residuales en los humedales artificiales.

Fecha / Análisis	03/10/2016	17/10/2016		31/10/2016		14/11/2016	
	DREN 4000	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Typha latifolia</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Typha latifolia</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Typha latifolia</i>
Temperatura °C	25.6	24.5	24.4	23.2	23.2	23.6	23.2
pH	8.41	8.13	8.19	7.92	8.02	7.58	7.9
Turbidez NTU	18.6	4.85	6.81	3.59	6.19	3.49	5.43
DBO mg/l	490.5	430.6	460.5	370.7	432.4	310.8	403.8
DQO mg/l	610.8	562.6	587.4	524.5	564.5	466.4	540.7
Sólidos Totales mg/l	716.6	408.7	511.3	373.7	458.8	338.8	406.4

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4.** Resultados de cantidad de coliformes termotolerantes de ambas variedades de plantas acuáticas.

Muestras	Tabla	Cantidad
Dren 4000	5-5-5-0-1	3126 NMP/100 ml
<i>Eichhornia crassipes</i>	5-5-4-1-0	1690 NMP/100ml
<i>Typha latifolia</i>	5-5-3-0-0	780 NMP/100ml

Fuente: elaboración propia

**Tabla 5.** Resultados de densidad poblacional de coliformes termotolerantes.

Muestras	Densidad poblacional
Dren 4000	6.252 *10 <sup>7</sup> ufc/ml agua
<i>Eichhornia crassipes</i>	3.38 *10 <sup>7</sup> ufc/ml agua
<i>Typha latifolia</i>	1.56 *10 <sup>7</sup> ufc/ml agua

Fuente: elaboración propia



Comparando la eficiencia de *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia* a través de las aguas tratadas en los humedales artificiales y teniendo en cuenta los resultados obtenidos tenemos que en: temperatura varió en milésimas del momento que se inició concluyo en que la actividad bacteriana disminuyo es evidente, El valor de pH vario en ambas especies y me indica que es adecuado para el proceso de tratamiento y para la existencia de vida biológica., La Turbidez en el *Eichhornia crassipes* fue más eficiente que la *Typha latifolia*.

Los resultados obtenidos en la DBO y DQO quedó demostrado que *Eichhornia crassipes* fue más eficiente en la reducción de materia orgánica que la *Typha latifolia*., Los sólidos totales demuestra que el *Eichhornia crassipes* fue más eficiente en la capacidad de absorción que la *Typha latifolia* bajando relativamente y que disminuya la negatividad de la calidad del agua. La cantidad de los coliformes termotolerantes indica que la *Typha latifolia* fue más eficiente que el *Eichhornia crassipes*, a su vez la densidad poblacional según los resultados obtenidos la *Typha latifolia* fue más eficiente que el *Eichhornia crassipes*, disminuyendo la presencia de los mismos

En lo que concierne a mi hipótesis alternativa la fitodepuración de las aguas residuales del dren 4000 se determinó mediante la eficiencia de las variedades de plantas acuáticas como *Eichhornia crassipes* Y *Typha latifolia*., es verdad porque ambas variedades fitodepuran el agua manteniéndose en descenso, es decir hay cambios de cómo entro al inicio y va modificándose con el tiempo de muestreo.

## V. DISCUSIÓN

Según (Rodríguez Miranda, y otros, 2010) emplea dos sistemas de reactores de humedales artificiales de flujo superficial de la cual va a trabajar con ambas especies, destaca que ambos reactores trabajaron bien salvo una diferencia de uno con otro, en algunos parámetros y ambos fueron eficientes en remoción de materia orgánica. Es lo mas resaltante de los autores en cuanto su investigación. En mi investigación yo trabaje con un humedal de flujo subsuperficial destacando o resaltando que también hubo eficiencia en ambas variedades, pero con la diferencia que utilice una especie distinta como Enea, y me pongo de acuerdo en la eficiencia del buchón de agua.

Los autores (Gutiérrez Osorio, y otros, 2006) por medio de su trabajo de investigación las aguas residuales generadas de la casa de estudios Autónoma de Morelos no se implementa un tratamiento adecuado, por ello llevo a cabo tres humedales artificiales implementado la *Typha domingensis* y *Phragmites australis*, y el ultimo con ambas especies, llevándolo a cabo dentro de seis meses, lo cual demostró eficiencia en cada humedal de cada una de las especies. Mientras que en mi trabajo de investigación solo implemente 2 humedales artificiales pero ambos fueron eficientes.

Según (O., 2001) manifiesta en su trabajo de investigación que las aguas residuales provenientes de los cultivos y del procesamiento de la trucha para exportación son vertidas al río Otún, por ello ejecutó una laguna con *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua), en combinación con una laguna convencional de estabilización. Los datos experimentales obtenidos en la laguna de estabilización, frente a los obtenidos en la laguna con Jacinto de agua, proporciona una base comparativa de la eficiencia de remoción cuando se ha operado a diferentes tiempos de retención, lo cual le llevo a demostrar mediante sus resultados adquiridos que el *Eichhornia crassipes* fue eficiente.

Conuerdo con el autor en la remoción de contaminantes y la eficiencia de la *Eichhornia crassipes* si bien es cierto su panorama de él fue de la problemática del vertimiento de aguas residuales industriales y en mi investigación fue determinar entre 2 especies y resulto la *Eichhornia crassipes* fue mas eficiente.

Según (VALDERRAMA, 1996) se aseguró en su estudio de investigación, identificar un sistema escala de laboratorio, para la calidad del agua residual agroindustrial de las lagunas de oxidación de una agroindustria en la Sábana de Bogotá fue efectuado con las especies *Limnobium laevigatum* removió y *Eichhornia crassipes*. El autor tuvo en cuenta el uso de 2 especies flotantes en comparación con mi trabajo que emplee una flotante y una emergente, siendo la flotante de mayor efecto fitodepurador, y fue la misma que yo emplee en mis humedales artificiales.

Según (VÁSQUEZ CHINGAY, 2018), su investigación destaca el uso del *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) para la remoción de materia orgánica de aguas residuales mediante humedales artificiales en la Universidad César Vallejo sede Trujillo. Las muestras de aguas residuales se tomaron del efluente de la UCV Trujillo para posteriormente ser analizadas en parámetros físicos – químicos y sucesivamente su tratamiento de estas.

Finalmente, con los análisis de laboratorio se concluye que los humedales artificiales de Jacinto de agua tienen su máxima capacidad de remoción en 65.1 % de DQO a los 10 días, 63.9 % de DBO5 a los 15 días y 68.2 % de SST a los 10 días. Concluye que, al comparar los resultados del análisis, la disminución de materia orgánica inició a los 10 días del tratamiento de agua residuales. En comparación con mi trabajo de investigación de igual manera ambas especies a los 15 días comenzaron a ser eficiente en la remoción de los parámetros que solo tome en cuenta en mi investigación.

Según (Castro, 2016), en el estudio está determinando el objetivo eficiencia del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y Lenteja de agua (*Lemna minor*), la investigación fue experimental. Terminado la investigación género que el *Eichhornia crassipes* fue capaz al porcentaje de la remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del 88,24%, mientras tanto que *Lemna minor*

obtuvo un promedio de remoción del 81,24%. Los líquidos residuales realizados por *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor*, obtuvieron una temperatura, pH, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno por debajo de los límites máximos permisibles. Recalcando que exceden en coliformes termotolerantes fecales. El autor empleó investigación experimental, en cambio en mi caso fue no experimental longitudinal ya que fue tomada por 3 tiempos.

## VI. CONCLUSIONES

1. La fitodepuración de estas aguas residuales se emplearon variedades de plantas acuáticas aledañas al entorno para que sea más accesible en caso sea necesario y no se interrumpa el proceso de fitodepuración y que sea eficiente.
2. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del Dren 4000 el cual sirvió como base para el proceso del tratamiento de dichas aguas.
3. Se construyó dos humedales artificiales de flujo sub-superficial con sus componentes respectivos como grava, arena y empleando las especies *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia*, el cual fue fundamental para realizar el tratamiento de las aguas residuales.
4. Se determinó el análisis de las aguas tratadas de cada humedal artificial de flujo sub-superficial para evaluar a través de sus datos la reducción de contaminantes.
5. Se hizo una comparación del *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia* a través de los resultados obtenidos que se realizó en cada muestreo, lo cual llevo a demostrar de que el *Eichhornia crassipes* fue más eficiente que la *Typha latifolia*, debido a que son especies diferentes caracterizándose una por ser flotante y otra emergente. Se demostró que la fitodepuración utilizando una gran cantidad de especies para cada uno de los sistemas fue efectivo e eficiente, ya que eso demostró ser favorable para llevar a cabo el tratamiento de aguas residuales.

## VII. RECOMENDACIONES

1. En la instalación de los humedales artificiales se debe poner una geomembrana o plástico grueso, debido a que las aguas residuales que se necesiten tratar puede contaminar el subsuelo o en algunos casos la napa freática.
2. Es importante resaltar que para la construcción de los humedales artificiales se deben tener en cuenta las medidas respectivas y las condiciones topográficas, climatológicas deben ser favorables.
3. En la implementación de un humedal artificial se debe sembrar las plantas que estén en etapa de crecimiento debido a que están adaptadas a las aguas residuales que se deseen tratar.
4. Se debe continuar con la investigación de las variedades de especies tanto flotantes como emergentes que logren la fitodepuración para mejorar los procesos de descontaminación de aguas residuales.
5. Se recomienda que para tratar las aguas residuales del dren 4000 en un futuro es necesario la implementación de especies de macrófitas flotantes in situ ya que poseen mayor capacidad de absorción a parte de los estudios que se han demostrado.
6. Se debe ejecutar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales del Dren 4000, cada quincena.
7. Capacitación al personal de las industrias pesqueras y alcoholeras que vierten sin control y tratamiento alguno sus efluentes al Dren 4000 con la finalidad de que sus aguas sean tratadas.

## REFERENCIAS

- Alvarez, L y Medina (2010). LA INDUSTRIA PESQUERA Y SU INFLUENCIA EN LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.2010. Universidad Agraria de la Molina. Recuperado el 14 de septiembre 2016. Disponible desde internet en: <https://es.scribd.com/doc/102932423/LA-INDUSTRIA-PESQUERA-Y-SU-INFLUENCIA-EN-LA-CONTAMINACION-AMBIENTAL>
- Ambiental, O. d. (2014). La fiscalización ambiental en AGUAS RESIDUALES. La fiscalización ambiental en AGUAS RESIDUALES, 6 - 9. Perú. Recuperado el 23 de 09 de 2016, de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Arias Martínez, S., Betancur Toro, F., Gómez Rojas, G., Salazar Giraldo, J., & Hernández Angel, M. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas. *biplat*, 12 - 22. Recuperado el 22 de 07 de 2017, de <https://biplat.unam.mx/es/revista/informador-tecnico/articulo/fitorremediacion-con-humedales-artificiales-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales-porcinas>
- B., A. R. (julio - diciembre de 2013). Plantas acuáticas: aspectos sobre su distribución geográfica, condición de maleza y usos. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"*, 14(2), 79 - 91. Recuperado el 6 de junio de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/491/49131094003.pdf>
- Castro, E. C. (2016). Eficiencia del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y Lenteja de agua (*Lemna minor*) en el tratamiento de las aguas residuales de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. Recuperado el 23 de 09 de 2019, de <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/657/EFICIENCIA%20DEL%20JACINTO%20DE%20AGUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Culqui, 2005 Información de Calidad del Agua. Boletín N°02-Vigilancia y Monitoreo de la Calidad del Agua [En Línea]. Lima: web de la Autoridad Nacional del Agua. Recuperado el 02 abril 2016 de <http://www.ana.gob.pe:8090/información-relevante/calidad-del-agua.aspx>.

- Domínguez (2001) Evaluación de la depuración de las aguas residuales provenientes de un sistema de tratamiento combinado de laguna de estabilización y laguna con Jacinto de agua. Actual. Biol. 23(74), 75 - 82. Disponible desde internet en: <http://matematicas.udea.edu.co/~actubiol/actualidadesbiologicas/raba2001v23n74art10.pdf>
- EcologíaHoy. Macrófita. Recuperado el 14 septiembre 2016 de <http://www.ecologiahoy.com/macrofita>.
- EcologíaHoy. Contaminación Acuática. Recuperado el 14 septiembre 2016 de <http://www.ecologiahoy.com/contaminacion-acuatica>.
- EMIS. (s.f.). EMIS. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de company Data, Industry analysis, research, News and M&A: [https://www.emis.com/php/company-profile/PE/Alcoholera\\_Del\\_Pacifico\\_Sac\\_es\\_3259662.html](https://www.emis.com/php/company-profile/PE/Alcoholera_Del_Pacifico_Sac_es_3259662.html)
- Espigares García, M., & Perez Lopez, J. (s.f.). AGUAS RESIDUALES. COMPOSICIÓN. Recuperado el 24 de 09 de 2016, de [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)
- Fernández González, J., Beascochea, E., Muñoz, J., & Fernández de la Mora, M. (2001). Manual de Fitodepuración, filtros de macrofita en flotación. España. Recuperado el 2017
- FloresyPlantas.net. (07 de 08 de 2010). Recuperado el 23 de 09 de 2016, de <https://www.floresyplantas.net/typha-latifolia/>
- García Murillo, Pablo; Fernández Zamudio, Rocío; Cirujano Bracamonte, Santos (2009). Habitantes del agua macrófitos. Concepto de planta acuática y tipos biológicos. Pp 40. Andalucía, España. Recuperado el 18 de 07 de 2019, de [http://www.jolube.es/pdf/libro\\_macrofitos\\_andalucia\\_2010.pdf](http://www.jolube.es/pdf/libro_macrofitos_andalucia_2010.pdf)
- Gijón, A. d. (s.f.). Jardín Botánico Atlántico. Recuperado el 24 de 09 de 2016, de <https://botanico.gijon.es/publicacions/show/6016-enea-typha-latifolia>
- GUTIÉRREZ OSORIO, A., ORTIZ HERNÁNDEZ, L., SÁNCHEZ SALINAS, E., & ORTEGA SILVA, M. (2006). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE LA INSTALACIÓN. Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Investigaciones Ambientales Centro de



Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Recuperado el 30 de septiembre de 2016, de [https://www.academia.edu/9685642/TRATAMIENTO\\_DE\\_AGUAS\\_RESIDUALES\\_POR\\_MEDIO\\_DE\\_LA\\_INSTALACION\\_SECUENCIAL\\_DE\\_HUMEDALES\\_ARTIFICIALES](https://www.academia.edu/9685642/TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES_POR_MEDIO_DE_LA_INSTALACION_SECUENCIAL_DE_HUMEDALES_ARTIFICIALES)

- Guzmán, Carnicer; Torres, Narváez; Pérez, Miguel; Jiménez, Preciado (2012) Humedales artificiales para la depuración de lixiviados de diferentes orígenes. Disponible desde internet: [http://www.atl.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5954:los-humedales-artificiales-componentes-y-tipos&catid=119:investigacion-y-agua&Itemid=462](http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=5954:los-humedales-artificiales-componentes-y-tipos&catid=119:investigacion-y-agua&Itemid=462)
- IMARPE. Poster Dren 4000. Recuperado el 2 de 09 de 2017. Disponible desde internet en: <http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/conferencias/Poster%20dren4000.pdf>.
- INFOJARDIN. (s.f.). Recuperado el 06 de 04 de 2016, de <http://www.infojardin.net/glosario/dren/dren.htm>
- Lara. (1999) Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales. Recuperado el 06 de 04 de 2016, de <https://sites.google.com/site/humedalesartificiales/2-componentes-del-humedal>
- Leccion 1. Origen y características de las aguas residuales. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado el 14 septiembre 2016 de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion\\_1\\_origen\\_y\\_caracteristicas\\_de\\_las\\_aguas\\_residuales.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_1_origen_y_caracteristicas_de_las_aguas_residuales.html)
- Martelo, J., & Lara Borrero, A. (2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de. Recuperado el 28 de 06 de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v8n15/v8n15a11.pdf>
- O., A. L. (2001). EVALUACIÓN DE LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO COMBINADO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN Y LAGUNA CON JACINTO DE AGUA. Actualidades Biológicas, 23(74). Recuperado el 2 de 09 de 2017, de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/actbio/article/view/32>

- Pacheco, L. N. (junio de 2018). Impacto del Dren 4000 al Ecosistema Marino de la Caleta Santa. Rev. del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM, 21(41), 45 - 52. Recuperado el 2 de agosto de 2018, de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/download/14992/13054/>
- PANCHI, I. (2013). Pantanos de flujo subsuperficial para tratamiento de efluentes en plantas de proceso de palma de aceite. Centro de Información y documentación Palmero, 34, 120-124. Recuperado el 14 de septiembre de 2016, de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10707>
- Plantas para un futuro. Typha Latifolia. Recuperado el 14 de septiembre de 2016, de <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Typha+latifolia>
- PTAR-Uniminuto. (s.f.). Recuperado el 24 de 09 de 2016, de <https://sites.google.com/site/ptaruniminuto/origen-y-caracteristicas-de-las-aguas-residuales>
- Rodríguez Miranda, J. P., Gómez, E., Garavito, L., & López, F. (2010). Estudio de comparación del tratamiento de aguas residuales domésticas utilizando lentejas y buchón de agua en humedales artificiales. SciELO, 1(1), 59-68. Recuperado el 12 de octubre de 2016, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222010000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222010000100005&script=sci_arttext)
- Tema 11: Contaminación del agua. Origen de la contaminación de las aguas. Recuperado el 14 de septiembre de 2016 de <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120ProcC.htm>
- Torres A. 2009. Estudio de aprovechamiento del lechuguín Eichhornia crassipes, del embalse de la represa Daniel Palacios como biosorbente de metales pesados en el tratamiento de aguas residuales. Tesis de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. 74 p. Recuperado el 22 de 09 de 2016, de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/698>
- Tratamiento de Aguas Residuales. Recuperado el 2 de agosto de 2018, de

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html>

- VALDERRAMA, L. T. (1996). USO DE DOS ESPECIES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS, *Limnobium laevigatum* Y *Eichhornia crassipes* PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AGROINDUSTRIALES. Pontificia Universidad Javeriana., Programa de Saneamiento y Biotecnología Ambiental, Departamento de Biología, Facultad Ciencias., Santa Fe de Bogotá, Colombia. Recuperado el 24 de 06 de 2016, de [https://www.academia.edu/3456762/Uso\\_de\\_dos\\_especies\\_de\\_macr%C3%B3fitas\\_acu%C3%A1ticas\\_Limnobium\\_laevigatum\\_y\\_Eichhornia\\_crassipes\\_para\\_el\\_tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales\\_agroindustriales](https://www.academia.edu/3456762/Uso_de_dos_especies_de_macr%C3%B3fitas_acu%C3%A1ticas_Limnobium_laevigatum_y_Eichhornia_crassipes_para_el_tratamiento_de_aguas_residuales_agroindustriales)
- VÁSQUEZ CHINGAY, J. E. (2018). REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - TRUJILLO UTILIZANDO JACINTO DE AGUA (*Eichhornia Crassipes*) EN HUMEDALES ARTIFICIALES. Trujillo, Perú. Recuperado el 18 de 07 de 2019, de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/33468/vasquez\\_chj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/33468/vasquez_chj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo N° 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo de Variable	Escala	Fuente de verificación	
Fitodepuración de Aguas del dren 4000	Las macrófitas deben tener los rasgos necesarios para el sistema de fitodepuración, para el resultado análisis fisicoquímicos y microbiológicos y así evaluar la variedad de planta más eficiente. (Arias Martínez, y otros, 2010)	La fitodepuración de las aguas residuales del Dren 4000 se llevará a cabo mediante la implementación de 2 humedales artificiales de flujo sub-superficial, lo cual se evaluará los cambios presentes en el agua.	Características Fisicoquímicas	Cuantitativa			
			DBO		Ordinal		
			DQO		Ordinal	mg/L	
			pH		Nominal	rango	
			ST (Sólidos Totales)		Ordinal	mg/L	
			Temperatura		Intervalo	°C	
			Turbidez		Ordinal	NTU	
			Características Microbiológicas		Cuantitativa	Ordinal	NMP/100 mL
			Coliformes Termotolerantes.				
Variedad de Plantas	La especie de macrófita escogida corresponderá a	Se determinará las características botánicas	Raíz	Cualitativa	Ordinal	Cm	
			Hojas	Cualitativa	Ordinal	Cm	

<p>Acuáticas como <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Typha Latifolia</i></p>	<p>determinadas características para aumentar el éxito de los resultados esperados. La especie debe disponer de un efectivo sistema de rizomas. (B., 2013)</p>	<p>del <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Typha Latifolia</i></p>	<p>Tallo</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Ordinal</p>	<p>Cm</p>
			<p>Altura</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Ordinal</p>	<p>Cm</p>

## Anexo N° 2. Descripción de todo el proceso para la realización de la tesis

### Implementación de los Humedales Artificiales



### Variedades de Plantas Acuáticas para emplear



### Humedales Artificiales con ambas especies





## Recolección de Muestras



Muestras de Aguas, en la Izquierda el tratamiento con la *Typha Latifolia*, en Medio el Tratamiento con *Eichhornia Crassipes*, a la derecha la Muestra del Agua Residual del Dren 4000.



### Anexo N° 3. Constancia de validación de análisis fisicoquímicos.

#### CONSTANCIA DE VALIDACION DE ANÁLISIS FISICOQUIMICOS

Nombre del Experto: Ing. Maria Raquel Maxe Malca

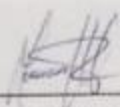
Especialidad: Ingeniera Química

DNI: 41546619

Quien suscribe, mediante la presente hago constatar que realicé la supervisión de los análisis fisicoquímicos efectuados en el Laboratorio de Ciencias de la Universidad César Vallejo, el día 03 de Octubre hasta el 18 de Noviembre, y ejecutados estos análisis quincenalmente para la obtención de datos del trabajo de Investigación: DETERMINACIÓN DE FITODEPURACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DEL DREN 4000 UTILIZANDO VARIEDADES DE PLANTAS ACUATICAS COMO *Typha latifolia* Y *Eichhornia Crassipes*. SANTA ROSA, elaborado por el Estudiante Lozada Bances, Luis Anthony, aspirante al Título de Bachiller en Ingeniería Ambiental; una vez indicadas las supervisiones y observaciones en los análisis fisicoquímicos reúne los requisitos suficientes y necesarios para ser considerados válidos y confiables, y por tanto, aptos para ser aplicados en el logro de los objetivos que se plantean en la investigación.

CHICLAYO, 18 DE NOVIEMBRE DEL 2016

Atentamente:

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Raquel Maxe Malca  
Ingeniera Química:  
Supervisora de Análisis Fisicoquímicos



#### Anexo N° 4. Fichas de Recolección de Datos

Fecha : 03/10/16			
TIPO DE AGUA	ANÁLISIS	RESULTADOS	CODIFICACIÓN
Agua Residual Dren 4000	Temperatura	25.6	°C
	pH	8.41	rango
	Turbidez	18.6	NTU
	DBO	430.5	mg/L
	DQO	521	mg/L
	Sólidos Totales	716.6	mg/L
	Coliformes Termotolerantes	3126	NMP/ 100 mL

Fuente: elaboración propia

Fecha: 06/10/16				
PLANTAS ACUÁTICAS	DESCRIPCIÓN		SÍ	NO
<i>T. Latifolia</i>	Altura: 70 cm	2 m	X	
	Lámina de hoja color Verde – Grisáceo Pálido		x	
	Ancho: 2 cm			
	Raíz: 8 cm			
<i>Eichhornia crassipes</i>	Altura: 39 cm	50 cm	X	
	Peciolos Hinchados		X	
	Flores Azuladas – Lilas			X
	Tallo Floral erecto		X	
	Coloración verde		x	
	Largo Hojas 12 cm			
	Ancho Hojas 14 cm			
	Raíz 13 cm			

Fuente: elaboración propia

Fecha: 17/10/16			
TIPO DE AGUA	ANÁLISIS	RESULTADOS	CODIFICACIÓN
Agua Residual <i>T. Latifolia</i>	Temperatura	24.5	°C
	pH	8.19	rango
	Turbidez	6.81	NTU
	DBO	460.5	mg/L
	DQO	587.4	mg/L
	Sólidos Totales	511.3	mg/L
Agua Residual <i>Eicchornia crassipes</i>	Temperatura	24.4	°C
	pH	8.13	rango
	Turbidez	4.85	NTU
	DBO	430.6	mg/L
	DQO	562.6	mg/L
	Sólidos Totales	408.7	mg/L

Fuente: elaboración propia

Fecha: 20/10/16				
PLANTAS ACUÁTICAS	DESCRIPCIÓN		SÍ	NO
<i>T. Latifolia</i>	Altura: 90 cm	2 m	X	
	Lámina de hoja color Verde – Grisáceo Pálido		x	
	Ancho: 2 cm			
	Raíz: 8 cm			
<i>Eicchornia crassipes</i>	Altura: 43 cm	50 cm	X	
	Peciolos Hinchados		X	
	Flores Azuladas – Lilas			X
	Tallo Floral erecto		X	
	Coloración verde		x	
	Largo Hojas 12 cm			
	Ancho Hojas 14 cm			
Raíz 13 cm				

Fuente: elaboración propia

Fecha: 31/10/16			
TIPO DE AGUA	ANÁLISIS	RESULTADOS	CODIFICACIÓN
Agua Residual <i>T. Latifolia</i>	Temperatura	23.2	°C
	pH	8.02	rango
	Turbidez	6.19	NTU
	DBO	432.4	mg/L
	DQO	564.5	mg/L
	Sólidos Totales	458.8	mg/L
Agua Residual <i>Eicchornia crassipes</i>	Temperatura	23.2	°C
	pH	7.92	rango
	Turbidez	3.59	NTU
	DBO	370.7	mg/L
	DQO	524.5	mg/L
	Sólidos Totales	373.7	mg/L

Fuente: elaboración propia

Fecha: 03/11/16				
PLANTAS ACUÁTICAS	DESCRIPCIÓN		SÍ	NO
<i>T. Latifolia</i>	Altura: 1 m	2 m	X	
	Lámina de hoja color Verde – Grisáceo Pálido		x	
	Ancho: 2 cm			
	Raíz: 8 cm			
<i>Eicchornia crassipes</i>	Altura: 45 cm	50 cm	X	
	Peciolos Hinchados		X	
	Flores Azuladas – Lilas			X
	Tallo Floral erecto		X	
	Coloración verde		x	
	Largo Hojas 12 cm			
	Ancho Hojas 14 cm			
Raíz 20 cm				

Fuente: elaboración propia

Fecha: 14/11/16			
TIPO DE AGUA	ANÁLISIS	RESULTADOS	CODIFICACIÓN
Agua Residual <i>T. Latifolia</i>	Temperatura	23.2	°C
	pH	7.9	rango
	Turbidez	5.43	NTU
	DBO	403.8	mg/L
	DQO	540.7	mg/L
	Sólidos Totales	406.4	mg/L
	Coliformes Termotolerantes	780	NMP/100 mL
Agua Residual <i>Eichhornia crassipes</i>	Temperatura	23.6	°C
	pH	7.58	rango
	Turbidez	3.49	NTU
	DBO	310.8	mg/L
	DQO	466.4	mg/L
	Sólidos Totales	338.8	mg/L
	Coliformes Termotolerantes	1690	NMP/100 mL

Fuente: elaboración propia

Fecha: 17/11/16				
PLANTAS ACUÁTICAS	DESCRIPCIÓN		SÍ	NO
<i>T. Latifolia</i>	Altura: 1.20 m	2 m	X	
	Lámina de hoja color Verde – Grisáceo Pálido		x	
	Ancho: 2 cm			
	Raíz: 8 cm			
<i>Eichhornia crassipes</i>	Altura: 50 cm	50 cm	X	
	Peciolos Hinchados		X	
	Flores Azuladas – Lilas			X
	Tallo Floral erecto		X	
	Coloración verde		x	
	Largo Hojas 12 cm			
	Ancho Hojas 14 cm			
	Raíz 27 cm			

Fuente: elaboración propia

Elaboración Propia

**Matriz de consistencia**

**Anexo N° 5. FITODEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL DREN 4000 UTILIZANDO VARIEDADES DE PLANTAS ACUATICAS COMO *Typha latifolia* Y *Eichhornia crassipes*, SANTA ROSA**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variabes</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Método/formula</b>
¿Cómo determinaría la Fitodepuración de Aguas Residuales del Dren 4000 utilizando variedades de Plantas Acuáticas como <i>Eichhornia crassipes</i> Y <i>Typha latifolia</i> , Santa Rosa?	<b>O. General</b> la fitodepuración de aguas residuales del dren 4000 utilizando variedades de plantas acuáticas como <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Typha latifolia</i>	La fitodepuración de las aguas residuales del dren 4000 se determina mediante la eficiencia de las variedades de plantas acuáticas como <i>Eichhornia crassipes</i> Y <i>Typha</i>	<b>V. Independiente</b> Variedad de Plantas Acuáticas: <i>Typha latifolia</i> y <i>Eichhcornia crassipes</i> .	Cambios a largo y mediano plazo. Tiempo de Adaptación de la planta.	Aplicando un humedal artificial. Evaluación de la planta semanalmente de su adaptación. Ficha de recolección de datos
	<b>O. Específicos</b> Analizar el agua residual del Dren 4000 como muestra de inicio en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Construir dos humedales	las variedades de plantas acuáticas como <i>Eichhornia crassipes</i> Y <i>Typha</i>	<b>V. dependiente</b> Fitodepuración de Aguas Residuales del dren 4000.	Tiempo de Fitodepuración.	Análisis de laboratorio.

artificiales de flujo subsuperficial *latifolia*.  
con lecho de grava y arena.

Analizar las aguas residuales  
tratadas dentro de los sistemas  
de humedales artificiales.

Comparar la eficiencia de  
*Eichhornia crassipes* y *Typha*  
*latifolia* a través de las aguas  
tratadas en los humedales  
artificiales.

Fuente: elaboración propia

**Anexo N°6.** Diseño de los humedales artificiales de flujo sub-superficial con lecho de grava y arena

Los humedales artificiales de flujo sub-superficial fueron empleados para el tratamiento de las aguas residuales del Dren 4000, en el cual se implementó 2 uno para *Typha latifolia* y otro para *Eichhornia crassipes*, en el cual empleé 35 plantas de ambas especies. Cada humedal tuvo la capacidad de almacenar 300 Lt de aguas residuales del Dren 4000, con 80 kg de arena y 80 kg de grava. Para el cual el agua a tratar se mantuvo en reposo antes de ser vertida a los humedales. Las medidas de los humedales de flujo sub-superficial fueron de:

Medidas de los humedales superficiales para ambas variedades de plantas acuáticas.

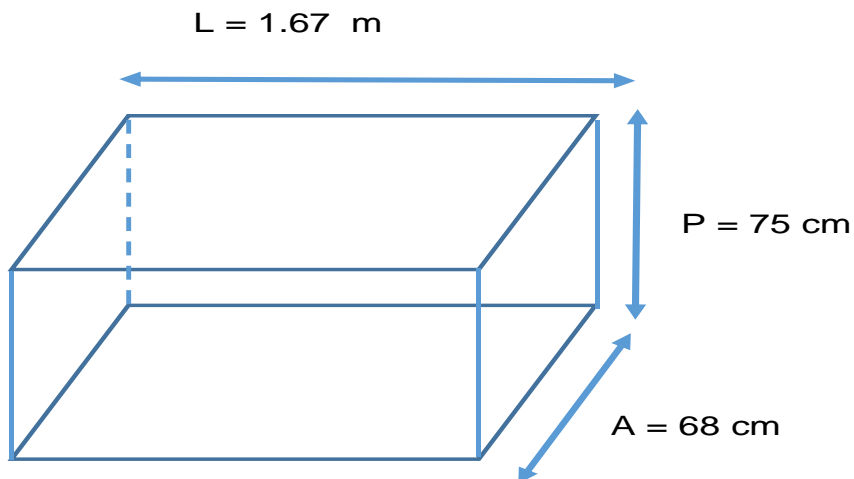


Figura N° 01  
Fuente: elaboración propia  
Fuente: Medidas del Humedal Artificial