

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“Remoción de Fosforo empleando Eichhornia Crassipes
“Jacinto De Agua” en Aguas Residuales Municipales”**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Valladares Telles, Luis Enrique

Asesor:

Salazar Sánchez, Dante Orlando

Chimbote – Perú

2019

TITULO:

“Remoción de fósforo empleando *eichhornia crassipes* “Jacinto de agua”
en Aguas Residuales Municipales”

TITLE:

"Removal of phosphorus using *eichhornia crassipes* “Jacinto de agua” in
Municipal Residual Waters"

PALABRAS CLAVES

Tema: Remoción, optimización.

Especialidad: Hidraulica.

KEYWORDS

Topic: Removal, optimization.

Specialty: Hydraulic.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Según la Facultad:

- I. Ingeniería
2. Ingeniería y tecnología
 - 2.1 Ingeniería civil
 - Ingeniería civil
 - 2508
 - Hidrología
 - 2508.11 Calidad de las Aguas

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo la remoción de fósforos totales de la *Eichhornia crassipes* en aguas residuales domésticas del Distrito de Nuevo Chimbote. Es una investigación aplicada y demostrativa, de diseño experimental. Se elaboró recipientes en la cual estuvo la *Eichhornia crassipes*. Las pruebas que se realizaron fueron: Cantidad de Fosfatos totales y como mediciones en cuenta tuvimos la evotranspiracion, temperatura y pH.

El sistema consistió en dos recipientes cada uno con 120 lt de los cuales fueron abastecidos con aguas residuales recolectadas de La Gaviota y Campamento Atahualpa el día viernes en dos puntos de desfogue de las aguas residuales en el distrito de Nuevo Chimbote ya que es el día de mayor concentración de estos nutrientes de las cuales se realizó la prueba de fósforos totales y pH éstas sirvieron como patrón, en los siguientes dos recipientes contuvieron 12 plantas acuáticas flotadoras *Eichhornia crassipes* de iguales dimensiones y 120 lt de agua residual de cada punto de abastecimiento que fueron evaluados a los 15, 30 días y 40 días. Sus raíces estaban en contacto con la muestra del agua residual, el desarrollo de esta experimentación se realizó en el domicilio del investigador y las pruebas de laboratorio fueron realizadas en Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A.

La *Eichhornia crassipes* tiene como principal propiedad la Adsorción que consiste en el desplazamiento del agua desde el suelo a la raíz, de los cuales también son absorbidos nutrientes (fosfatos y nitratos). De esta manera los nutrientes son llevados hasta la xilema. En este proceso también se produce el intercambio iónico del Hidrógeno (+H).

Al desarrollarse este proyecto de investigación se obtuvo una significativa remoción de fosforo de 0.061 mg P/l en la Laguna Campamento Atahualpa y 0.057 mg P/l en la Laguna La Gaviota, haciendo que la *Eichhornia crassipes* sea una alternativa más económica y con menos gasto de energía para el tratamiento de aguas residuales.

Obteniendo un pH final de 8.15 en la Laguna Campamento Atahualpa y 8.10 en la Laguna La Gaviota.

Y teniendo como agua libre de fosforo una cantidad de 80.60 litros en el reactor de Campamento Atahualpa y 81.50 litros en la Laguna La Gaviota.

La importancia de esta investigación fue conocer la remoción de fósforos total de la *Eichhornia crassipes* en aguas residuales, para un uso a futuro como alternativa de tratamientos de aguas residuales, haciendo que las aguas residuales sean vertidas a la bahía.

ABSTRACT

The objective of this research project was the removal of the total grass phosphorus in the domestic wastewater of the Nuevo Chimbote District. It is an applied and demonstrative research, of experimental design. Containers were elaborated in which was the *Eichhornia crassipes*. The tests that were carried out were: Total Phosphate Quantity and As Tests in the Evotranspiration, Temperature and pH Count.

The system consisted of two containers, one with 120 lt of which were supplied with sewage collected from La Gaviota and Campamento Atahualpa on Friday at two points of the discharge of the wastewater in the district of Nuevo Chimbote since it is the day of the concentration of these nutrients from which the test of total phosphorus and pH was conducted is serving as a standard, in the following two containers contemplate 12 *Eichhornia crassipes* aquatic float plants of equal dimensions and 120 lt of wastewater from each supply point that have Evaluated at 15, 30 days and 40 days. Its roots were in contact with the sample of wastewater, the development of this experimentation was carried out at the home of the researcher and the laboratory tests were carried out in the Quality Control Laboratory SEDALIB S.A.

The main property of *Eichhornia crassipes* is Adsorption, which consists of the displacement of water from the soil to the root, to which nutrients are also absorbed (phosphates and nitrates). In this way the nutrients are taken to the xylem. The ion exchange of hydrogen (+ H) also occurs in this process.

When this research project was developed, a significant phosphorus removal of 0.061 mg P / l was obtained in the Laguna Campamento Atahualpa and 0.057 mg P / l in the Laguna La Gaviota, making the *Eichhornia crassipes* a cheaper and less expensive alternative. of energy for wastewater treatment.

Obtaining a final pH of 8.15 in Laguna Campamento Atahualpa and 8.10 in Laguna La Gaviota.

And having as phosphorus-free water an amount of 80.60 liters in the Atahualpa Camp reactor and 81.50 liters in the Laguna La Gaviota.

The importance of this research was to know the total removal of phosphorus from the *Euskornia* in the wastewater, for a future use as an alternative to the treatment of wastewater, the wastewater of the bay.

INDICE

- i. Palabras clave
- ii. Título del trabajo
- iii. Resumen
- iv. Abstract
- v. Índice

	Página N°
1. Introducción	1-40
2. Metodología	41 - 50
3. Resultados	51 - 66
4. Análisis y discusión	67 - 74
5. Conclusiones	75
6. Recomendaciones	76
7. Agradecimientos	77
8. Referencias bibliográficas	78 - 80
9. Anexos y apéndice	81 - 101

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

ANTECEDENTES

INTERNACIONALES

Rodríguez C., Díaz M., Guerra L. & Hernández M. (2010). En su Investigación “Acción depuradora de algunas plantas Acuáticas como el Jacinto de agua sobre las aguas residuales”, indican que los resultados obtenidos demuestran que mediante el uso de estas plantas se pueden obtener buenas eficiencias en la remoción de los contaminantes más comunes de las aguas residuales domésticas, siendo significativo las remociones en carga de nitrógeno entre 7 y 38 kg de NTK/Ha.d y cargas de fósforo entre 0,9 y 13 kg de Pt/Ha.d, observándose que el tamaño de la planta así como su sistema radicular influyen en la remoción de contaminantes, el tipo de investigación era de tipo aplicada, nivel cuasi experimental.

Como conclusión: El Jacinto de agua son plantas acuáticas que dan una buena alternativa para la depuración de las aguas residuales domésticas, pudiéndose eliminar cargas de nitrógeno entre 7 y 38 kg de NTK/Ha.d y cargas de fósforo entre 0,9 y 13 kg de PT/Ha.d, observándose además que existe relación entre la remoción de contaminantes y el tamaño de las plantas así como su sistema radicular. Las plantas crecidas en estos sistemas de tratamiento presentan altas velocidades de crecimiento.

Lallana, V.H. & L. A. Kieffer. (1988). En su Investigación “Efecto del enriquecimiento de nutrientes en el crecimiento de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms – Laubach (camalote)”, indican que se efectuaron dos ensayos con dos recipientes por tratamientos, montados a cielo abierto con una duración de 6 semanas. Los nutrientes utilizados fueron, Nitrógeno y Fosforo y un fertilizante compuesto (NPK). Se inició el experimento con plantas pequeñas (10cm altura promedio) que fueron colocadas en recipientes cilíndricos de 18 litros de capacidad con las soluciones correspondientes de nitrógeno (N) y/o fosforo (P).

Semanalmente se midieron el número y altura de las plantas, longitud de raíces, numero de hojas y se determinaron el área foliar, biomasa y cenizas, el tipo de investigación era de tipo aplicada, nivel cuasi experimental.

Donde obtuvieron el incremento hasta 3 veces de tamaño de la *Eichhornia crassipes* y en donde el Fosforo (P) se redujo considerablemente como también se redujo el Nitrógeno (N).

NACIONALES

García, Z. (2012). En su Investigación “Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas” de la Universidad Nacional de Ingeniería, en donde realizaron un estudio comparativo acerca de la capacidad depuradora de nutrientes presentes en las aguas residuales, de tres plantas acuáticas flotantes, *Azolla filiculoides*, *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*.

El objetivo principal fue determinar si el sistema de reactores con plantas acuáticas remueve nutrientes y observar si es un sistema adecuado y complementario con las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales existentes en nuestro país.

Siendo la investigación de tipo aplicada, nivel cuasi experimental, en el estudio realizado se observó que fue posible remover los nutrientes a un 90% como se esperaba pues estudios recientes hechos en el Perú y en América Latina que señalan eficiencia promedio del 95%. Sin embargo se determinó como mejor tratamiento a *Eichhornia Crassipes*, y en base a este resultado, esta especie se aplicó para la depuración de aguas residuales domésticas. El Jacinto de agua es la especie más eficiente en la remoción (50%, a diferencia de 40% en los otros tratamientos) y esta remoción estuvo asociada a las mismas variables fisicoquímicas (15%-30% de correlación).

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación busca determinar la remoción de fósforo empleando *Eichhornia crassipes* “Jacinto de agua” en aguas residuales municipales”, al investigar las problemáticas en la cantidad de agua residual domestica que existe y más en nuestra localidad, se logró investigar que la localidad del Distrito de Nuevo Chimbote contienen demasiada agua residual, ya que debido al mal uso y de la planta de tratamiento de aguas residuales es mal utilizada, ya que actualmente mediante reportajes nos dieron a conocer la problemática de la planta de tratamiento de Nvo Chimbote a lo que nos informaron lo siguiente:

“El 60 por ciento de la contaminación del mar se debe a los desechos domésticos, nuestro mar está altamente contaminado y produce cáncer, según Imarpe. Queremos que las autoridades empiecen a trabajar, que gestionen inversión extranjera para recuperar la bahía. Es un derecho vivir en una ciudad limpia”, sostuvo la coordinadora del mencionado colectivo Beberly Enríquez.

El Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), es una planta que se reproduce muy fácilmente, ya que de un mismo ejemplar se puede dividir y así sucesivamente, es una planta acuática que tiene unas raíces negras muy largas y apenas tiene tallo. Esta planta acuática forma una especie de capsula del que contienen unas bolsas de aire, que favorecen su flotación, que forman un rosetón que se infla, como también debe ubicarse a pleno sol o sombra parcial y requiere mucha iluminación para que tenga una plena formación. La temperatura óptima para su cultivo esta entre 20 y 30°C. Las condiciones de mantenimiento del Jacinto de agua constan de agua neutra, cuyo pH se sitúe entre 6,8 y 7,5 preferentemente de dureza media alrededor de 12-18 DH. Actualmente crecen en Casuarinas en el Distrito de Cascajal y en ambientes como el de la localidad de Chimbote.

Y por la misma razón podrían tener uso en el campo del saneamiento y a la vez reducir costos en tratamientos de lagunas con aguas residuales domésticas y también reducción grandes volúmenes de aguas residuales municipales.

Como también esto favorecerá a disminuir el consumo energético ya que al utiliza sistemas tratables de gran envergadura claramente emplea consumo de electricidad y a la vez en las emisiones de gases de efecto invernadero que causan las grandes masas de aguas residuales, al mismo tiempo podrá permitir el mantenimiento de lagunas o sistemas en donde se empozan las aguas residuales municipales, con lo cual se podrá obtener notables beneficios desde el punto de vista de la energía, ecológico, ambiental y civil.

Por tal motivo, y de acuerdo con las necesidades específicas requeridas, se hace indispensable el estudio de la eficiencia de remoción de este con la especie.

Y como beneficiados serán el distrito de Nuevo Chimbote y la Ingeniería Civil, ya que si logramos determinar la capacidad de remoción que pueden llegar a alcanzar y sabiendo la cantidad en porcentajes en cuanto remueve esta especie podremos controlar el exceso, mal uso y mal tratado de las aguas residuales municipales del Distrito de Nvo Chimbote, mediante grandes plantas de tratamientos usando claramente la *Eichhornia crassipes* como elemento principal.

JUSTIFICACION PROBLEMA

NIVEL INTERNACIONAL

En México solo se trata el 35% de las aguas residuales que se generan la mayoría del agua contaminada llega a ríos, lagunas, lagos y zonas costeras (datos INEGI – entidad de país mencionado), la cantidad de aguas residuales que se vierten en estos cuerpos de agua causando un terrible daño es inmensa considerando que el 89,2% de la población (110 millones) cuenta con agua potable y el 85,2% con sistema de drenaje, para hacernos una idea de la gran cantidad, solo de los centros urbanos las descargas asciende a 7.63 kilómetros cúbicos anuales lo que equivale a 242,000 litros por segundo.

Las aguas residuales procedentes de las industrias no se quedan atrás en cantidad se calcula que 5.77 kilómetros cúbicos de agua, 183 mil litros por segundo y por supuesto el daño que causan es mayor sin embargo solo se tratan el 15% del total.

NIVEL NACIONAL

En el Perú el año 2007, los sistemas de alcantarillado recolectaron aproximadamente 747,3 millones de metros cúbicos de aguas residuales, producto de las descargas de los usuarios conectados al servicio. De ese volumen, sólo 29,1% ingresaron a un sistema de tratamiento de aguas residuales, muchos de los cuales con deficiencias operativas y de mantenimiento, y el resto se descargó directamente a un cuerpo de agua (mar, ríos o lagos), se infiltró en el suelo o se usó clandestinamente para fines agrícolas. Es decir, al menos 530,0 millones de metros cúbicos de aguas residuales pasaron a contaminar los

cuerpos de agua superficial que se usan para la agricultura, pesca, recreación e incluso para el abastecimiento de agua potable. Esto produce limitaciones para la agroexportación e incrementa los costos de tratamiento del agua para fines de abastecimiento poblacional. Actualmente en el país, de un total de 143 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) funcionan y son efectivas muy pocas debido a su procedimiento, mantenimiento y costo.

LOCAL

Uno de los más graves problemas ambientales de Chimbote es causado por las aguas servidas que se arrojan al mar sin pasar por un proceso de tratamiento, ya que del 100 por ciento de las aguas residuales del Distrito de Chimbote solo son tratadas el 40 por ciento por lo que el 60 por ciento son dirigidas hacia el mar de Chimbote.

Esta práctica está cambiando las condiciones de la ciudad ancashina.

Fidel Purisaca, dirigente de la zona costera de Chimbote, sostuvo que durante las noches las seis plantas de bombeo instaladas en el litoral vierten los residuos domésticos de toda la ciudad.

El 60 por ciento de la contaminación del mar se debe a los desechos domésticos, nuestro mar está altamente contaminado y produce cáncer, según Imarpe. Queremos que las autoridades empiecen a trabajar, que gestionen inversión extranjera para recuperar la bahía. Es un derecho vivir en una ciudad limpia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Al investigar las problemáticas en la cantidad de agua residual domestica que existe y más en nuestra localidad, se logró investigar que la localidad del Distrito de Nvo Chimbote contienen demasiada agua residual municipal, ya que debido al mal uso y de la planta de tratamiento de aguas residuales es mal utilizada, ya que actualmente mediante reportajes e impactos ambientales, dieron a conocer la problemática de la planta de tratamiento de Chimbote.

El Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), es una planta que se reproduce muy fácilmente, ya que de un mismo ejemplar se puede dividir y así sucesivamente, es una planta acuática que tiene unas raíces negras muy largas y apenas tiene tallo. Esta planta acuática forma una especie de capsula del que contienen unas bolsas de aire, que favorecen su flotación, que forman un rosetón que se infla, como también debe ubicarse a pleno sol o sombra parcial y requiere mucha iluminación para que tenga una plena formación. La temperatura óptima para su cultivo esta entre 20 y 30°C. Las condiciones de mantenimiento del Jacinto de agua constan de agua neutra, cuyo pH se sitúe entre 6,8 y 7,5 preferentemente de dureza media alrededor de 12-18 DH. Actualmente crecen en la localidad de Casuarinas en el Distrito de Cascajal y en ambientes controlados como el de la localidad de Chimbote.

Y por la misma razón podrían tener uso en el campo del saneamiento y a la vez reducir costos en tratamientos de lagunas con aguas residuales domésticas y también reducción grades volúmenes de aguas residuales domésticas.

Como también esto favorecerá a disminuir el consumo energético ya que al utilizarlas en sistemas tratables de gran envergadura claramente emplea consumo de electricidad y a la vez en las emisiones de gases de efecto invernadero que causan las grandes masas de aguas residuales domésticas, al mismo tiempo podrá permitir el mantenimiento de lagunas o sistemas en donde se empozan las aguas residuales domésticas, con lo cual se podrá obtener notables beneficios desde el punto de vista de la energía, ecológico, ambiental y civil.

Por tal motivo, y de acuerdo con las necesidades específicas requeridas, se hace indispensable el estudio de la eficiencia de remoción de este con la especie.

Y como beneficiados serán el distrito de Nvo Chimbote y la Ingeniería Civil, ya que si logramos determinar la capacidad de remoción que pueden llegar a alcanzar y sabiendo la cantidad en porcentajes en cuanto remueve esta especie podremos controlar el exceso, mal uso y mal tratado de las aguas residuales municipales del Distrito de Nvo Chimbote, mediante grandes plantas de tratamientos usando claramente la *Eichhornia crassipes* como elemento principal.

Ante esta necesidad nos motivó la siguiente pregunta: ¿Si de alguna manera se podrá reducir la contaminación de Aguas Residuales Municipales en el Distrito Nvo Chimbote empleando la presencia del Jacinto de agua "*Eichhornia crassipes*" de la localidad de Casuarinas en el Distrito de Cascajal?

PROBLEMA

¿Cuánto será el nivel de remoción de fósforos totales en 120 litros de aguas residuales municipales del Distrito de Nuevo Chimbote de laguna La Gaviota y 120 litros de agua residual municipal del Campamento Atahualpa en ambientes controlados empleando la capacidad biofiltradora de 12 plantas de Jacinto de agua *Eichhornia crassipes*?

MARCO TEORICO

HIDROLOGIA

Es la disciplina científica dedicada al estudio de las aguas de la Tierra, incluyendo su presencia, distribución y circulación a través del ciclo hidrológico, y las interacciones con los seres vivos. También trata de las propiedades químicas y físicas del agua en todas sus fases.

El objetivo primario de la hidrología es el estudio de las interrelaciones entre el agua y su ambiente. Ya que la hidrología se interesa principalmente en el agua localizada cerca de la superficie del suelo, se interesa particularmente en aquellos componentes del ciclo hidrológico que se presentan ahí--esto es, precipitación, evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo. (Campos, 2008).

ESTRUCTURAS HIDRAULICAS

Las estructuras hidráulicas son las obras de ingeniería necesarias para lograr el aprovechamiento de los recursos hídricos y controlar su acción destructiva. Trabajan en la mayoría de los casos en combinación con elementos y equipos mecánicos. Se construyen en beneficio del hombre y el desarrollo de la humanidad. Al proyectar una estructura hidráulica se debe buscar en lo posible que su utilización sea de uso múltiple para beneficiar varios sectores de la economía, entre los cuales están:

1. Hidroenergía: utilización de la energía de las aguas fluviales o marítimas.
 2. Transporte acuático: utilización de las aguas fluviales, de lagos y mares para la navegación y flotación de madera.
 3. Mejoramiento hídrico: utilización de aguas para irrigación de tierras y para la extracción de aguas excesivas de tierras sobresaturadas.
 4. Suministro de agua para el consumo humano.
 5. Control de avenidas e inundaciones
 6. Utilización de otras reservas hídricas: cría de peces, extracción de minerales, sales, algas, etc.
 7. Control de contaminación ambiental
- (Azevedo, 2010).

AGUA

Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor. Es una sustancia bastante común en el universo y el sistema solar, donde se encuentra principalmente en forma de vapor o de hielo. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos, donde se concentra el 96,5 % del agua total. A los glaciares y casquetes polares les corresponde el 1,74 %, mientras que los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales concentran el 1,72 %. El restante 0,04 % se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. (Barone, Cenci, Tettamandi., 2009).

AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

Se consideran Aguas Residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios). Comúnmente las aguas residuales suelen clasificarse como:

- Aguas Residuales Municipales.- Residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal.
- Aguas Residuales Industriales.- Las Aguas Residuales provenientes de las descargas de Industrias de Manufactura.

Otra forma de denominar a las Aguas Residuales es en base al contenido de contaminantes que esta porta, así se conocen como:

- Aguas negras a las Aguas Residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y Coliformes fecales.
- Aguas grises a las Aguas Residuales provenientes de tinas, duchas, lavamanos y lavadoras, que aportan sólidos suspendidos, fosfatos, grasas y coliformes, fecales, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros.
- Aguas negras industriales a la mezcla de las aguas negras de una industria en combinación con las aguas residuales de sus descargas. Los contaminantes provenientes de la descarga están en función del proceso industrial, y tienen la mayoría de ellos efectos nocivos a la salud si no existe un control de la descarga (“Aguas Residuales: Cuido el Agua”,2016).

COMPUESTOS ORGÁNICOS DE AGUAS RESIDUALES

Representan el problema más antiguo de contaminación del agua. Hay una gran diversidad de compuestos orgánicos presentes en el ambiente acuático causando la polución de éste, y existen numerosas técnicas para detectarlos. Podemos citar los hidrocarburos, y dentro de éstos, los hidrocarburos aromáticos policíclicos, algunos de los cuales son cancerígenos. También son muy importantes los fenoles que provocan problemas de olor y sabor acentuados cuando éstos reaccionan con el cloro en los procesos de cloración del agua. Otras sustancias a tener en cuenta son los compuestos organometálicos, ya que su presencia en el medio ambiente, incluso a pequeñas concentraciones, puede afectar a la cadena alimentaria, alcanzando concentraciones muchos mayores en los organismos. Los de mayor interés son los derivados del plomo, cadmio, estaño y mercurio.

COMPUESTOS INORGÁNICOS Y MINERALES

Proceden de industrias mineras y de productos químicos inorgánicos. Entre ellos podemos citar amonio, cianuros, fluoruros, sulfuros, sulfatos y nitratos. También están los metales pesados, que se acumulan en la cadena alimentaria, a través de la captación por el fitoplancton, peces y organismos filtradores, y pueden afectar al hombre. De todos los residuos industriales, el drenaje ácido de las minas alcanza el récord, en cuanto a perjuicios para las fuentes de agua, puesto que aumenta los costos de tratamiento y distribución y origina corrosiones.

Los compuestos inorgánicos representan una amenaza seria en la contaminación, el nitrógeno y el fósforo son los compuestos inorgánicos más importantes para el control de la calidad del agua residual, ya que la mayor parte de estos compuestos están fracción soluble (Recio, 2010).

El nitrógeno puede presentarse en los ambientes acuáticos como Nitrato, Nitrito, Amoníaco, ion Amonio, Óxido nitroso y Nitrógeno molecular, y pueden ser tomado en tres formas como Nitratos, ion amonio o como nitrógeno molecular, las dos primeras corresponde la forma como la toman la mayoría de las plantas y algas, la cual es necesaria para el crecimiento, producción de semillas y frutos, además, es una parte esencial de la estructura molecular de la clorofila; y la tercera es propia de los procariontes. La oxidación del nitrógeno se da por unas series de etapas gobernadas por bacterias, que consiste en formar amoníaco a partir de la descomposición de la materia orgánica, proceso denominado Amonificación, el amoníaco al ser inestables en el medio ácido o neutro se disocia en ion amonio e hidroxilos, en cambio, en medio básico, este proceso no se realiza y parte del amoníaco se puede liberar a la atmósfera; luego el ion amonio se transforma en nitritos por acción de la bacteria Nitrosomonas y en nitrato por la acción de la bacteria Nitrobacter, proceso denominado Nitrificación (Roldán , 2010).

FOSFORO

El fósforo generalmente se encuentra en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, como fosfatos. Estos se clasifican como ortofosfatos, fosfatos condensados y compuestos organofosfatados. Estas formas de fosfatos provienen de una gran cantidad de fuentes, tales como productos de limpieza, fertilizantes, procesos biológicos, etc. El fósforo es un nutriente esencial para la fotosíntesis, promueve el crecimiento de raíces sanas, por lo que la descarga de fosfatos en cuerpos de agua puede estimular el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos, en cantidades nocivas, indican el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos, provocando la eutrofización de las aguas (Roldán , 2010).

La eutrofización consiste en un enriquecimiento excesivo de los elementos nutritivos del agua, que da lugar a una serie de cambios sistemáticos indeseables, entre ellos la producción perjudicial de algas y otras plantas acuáticas, el deterioro de la calidad del agua, la aparición de mal olor, sabor desagradable y la muerte de peces en el cuerpo de agua. La floración excesiva de algas y plantas acuáticas es un fenómeno visible que puede complicar considerablemente la utilización y la calidad estética de las masas de agua, el consumo de las plantas acuáticas es un proceso por el cual los alimentos entran a ellas. Su fuente de alimentación son el nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+), fosfato (PO_4^{3-}) y otros nutrientes para crecer. (Roldán , 2010).

REMOCION DE FOSFATO

En su forma natural el fósforo se encuentra como fosfato (PO_4^{3-}) y sus minerales.

Es vital para todo ser vivo y juega un rol fundamental en el metabolismo de la energía. Como nutriente esencial, el fósforo controla la eutrofización de las masas de agua.

El fósforo es un componente habitual de las aguas naturales, pero también existen fuentes humanas de fosfatos, provenientes de la industria o de las aguas servidas, e incluso de la agricultura. Las cantidades excesivas de fosfatos en aguas naturales llevan a desequilibrios ecológicos por la eutrofización y gran descenso de los niveles de oxígeno, por lo que se encuentra limitada su descarga a dichos cuerpos.

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.

Para el control de la polución por aguas residuales, ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido es función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse.¹ Por lo tanto el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo, tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías –y eventualmente bombas– a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas 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. (Romero, 2009).

PARÁMETROS QUE SE ANALIZAN EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

En breve una descripción de todos los parámetros que se pueden analizar en aguas residuales domésticas y se resalta además la importancia a nivel de Contaminación.

PARÁMETROS FÍSICOS

Los parámetros físicos, como su nombre lo explican son aquellos parámetros que dan las características físicas de visibles en el agua, se pone en consideración a continuación su descripción y los problemas que causan en el agua.

El color y olor sirven como indicadores del grado de contaminación por residuos y su presencia en aguas residuales es signo de un pre tratamiento inadecuado antes de la descarga.

El agua residual contiene una variedad de materiales sólidos que varían desde hilachas hasta materiales coloidales. En la caracterización de las aguas residuales, los materiales gruesos son removidos generalmente antes de analizar sólidos en la muestra. Existen tres tipos de sólidos que se pueden cuantificar en las aguas residuales entre estos están:

Los sólidos totales representan la suma de los SDT (Sólidos Disueltos Totales) y SST (Sólidos Suspendidos Totales), además estos poseen fracciones de sólidos fijos y sólidos volátiles, que pueden ser sedimentables y no sedimentables. Generalmente cerca del 60% del total de sólidos suspendidos en aguas residuales son sedimentables. La prueba de SST son usados comúnmente como una medida de desempeño de las unidades de tratamiento y con propósitos de control, pues los sólidos sedimentables son aquellos que ocasionan la formación de bancos de lodos que producen olores desagradables. (Cubillos, 2008).

PARÁMETROS QUIMICOS

Son aquellos parámetros que solo se pueden determinar a través de análisis de laboratorio, su importancia radica en los efectos que producen todos estos sobre los organismos acuáticos ya sean estos, vegetales o animales. Además de las alteraciones que pueden causar en fuentes de agua natural si no se controlan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El término PH es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica, es la forma de medir la concentración de iones hidrógeno en una disolución.

La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14, esos valores miden el grado de acidez o basicidad de una solución. Los valores inferiores a 7 y próximos a cero indican aumento acidez, los que son mayores de 7 y próximos a 14 indican aumento de basicidad, mientras que cuando el valor es 7 indican neutralidad.

El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6.5 y 8.5 es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9 donde relativamente existe la mayor parte de la vida biológica. Las aguas residuales con valores de pH menores a 5 y superiores a 9 son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos, si el pH del agua residual tratada no es ajustado antes de ser vertido, el pH de la fuente receptora puede ser alterado; por ello, la mayoría de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser descargados dentro de límites específicos de pH. (Metcalf & Eddy, 2008).

La presencia oxígeno disuelto en el agua es indispensable para la vida de peces y otros seres acuáticos, el problema es la baja solubilidad de este gas en el agua, además la cantidad de oxígeno en el agua depende de las condiciones ambientales, ya que su cantidad aumenta al disminuir la temperatura o aumentar la presión.

Los desperdicios orgánicos que se encuentran en el agua son descompuestos por microorganismos que usan el oxígeno para su respiración, esto quiere decir que cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica, mayor es el número de microorganismos y por tanto mayor consumo de oxígeno. En muchas ocasiones esta falta de oxígeno es la causa de la muerte de peces y otros animales acuáticos más que la existencia de los compuestos tóxicos.

La temperatura de un agua residual varía de estación en estación y también con la posición geográfica. En regiones frías, la temperatura varía de 7 a 18°C mientras que en regiones cálidas la variación será de 13 a 30°C. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango 25 a 35°C.

Una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica se determina con la conductividad.

Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad.

En las aguas naturales los iones que son directamente responsables de los valores de conductividad son entre otros el calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, sulfatos y cloratos. Con respecto a las aguas naturales la medida de la conductividad tiene varias aplicaciones, tal vez la más importante sea la evaluación de las variaciones de la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales.

Los iones amonio tienen una escasa acción tóxica por sí mismo, pero su existencia aún en bajas concentraciones, puede significar un alto contenido de bacterias fecales, patógenas, etc. La formación de amonio se debe a su descomposición bacteriana de urea y proteínas, siendo la primera etapa del proceso de naturaleza inorgánica. Su concentración máxima en las aguas potables de consumo público es de 0.5 mg/l.

El nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal se hallan contenidos en el nitrógeno orgánico este parámetro se determina por el método de Kjeldahl.

Su presencia en altas concentraciones puede provocar el crecimiento acelerado de plantas acuáticas.

El método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento para determinar la descomposición biológica en las aguas residuales es Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho continuará hasta que el desecho se haya consumido.

El azufre se encuentra en forma natural como ion sulfato en aguas de abastecimiento como en aguas residuales. El azufre es un elemento indispensable para la síntesis de proteínas y por eso se libera cuando ocurre la degradación de las mismas. Los sulfatos se reducen biológicamente a sulfuros bajo condiciones anaerobias y pueden formar sulfuro de hidrógeno (H_2S) al combinarse con el hidrógeno.

Los sulfatos se reducen a sulfuros en los digestores de lodos y pueden alterar el desarrollo normal de los procesos biológicos si la concentración excede los 200mg/l, afortunadamente estas concentraciones no son comunes. El sulfuro presenta riesgo de formación de gas sulfhídrico, el que en baja concentración genera olor desagradable y en alta concentración puede ser muy tóxico.

A los cloruros se les considera aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. En el agua potable el sabor salado producido por el cloruro es variable y depende de la composición química del agua. Ese sabor es más detectable si el catión predominante en el medio es el sodio, y se nota menos si el catión es calcio o magnesio. La concentración de cloruros es mayor en las aguas residuales ya que el NaCl es muy común en la dieta y pasa inalterado a través del sistema digestivo.

Un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones, estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.

El fósforo es importante en el crecimiento de las algas y otros organismos biológicos. Debido al nocivo crecimiento incontrolado de algas en aguas superficiales, se han realizado grandes esfuerzos para controlar la cantidad de compuestos del fósforo provenientes de descargas de aguas residuales domésticas y de escorrentía natural. Las aguas residuales municipales por ejemplo, pueden contener entre 4 y 12 mg/l de fósforo expresado como compuestos fosforados. Las formas más frecuentes en que se puede encontrar fósforo en soluciones acuosas incluyen orto fosfatos, polifosfatos y fósforo inorgánico. Los ortofosfatos (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, H_3PO_4 y complejos HPO_4^{2-}) están disponibles para el metabolismo biológico sin que sea necesaria una ruptura posterior. (Cubillos, 2008).

PARÁMETROS BIOLÓGICOS

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano y por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros microorganismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en plantas de tratamiento de aguas residuales.

En los depósitos de agua que proceden de las descargas de animales, existen microorganismos patógenos. La *Escherichiacoli* en general coliformes, estreptococos fecales (*Streptococcus fecales*) y *Clostridium perfringens* son habitantes regulares del intestino grueso.

En las aguas negras hay millones de bacterias como coliformes, esporulados anaerobios (*Proteu ssp.*) y también algunos protozoos patógenos y virus. El predominio de algunos tipos fisiológicos varía durante la digestión de las aguas.

En un digestor en anaerobiosis, inicialmente predominan anaerobios facultativos (*Enterobacter sp.*, *Alcaligene ssp*, *Escherichia sp*, *Pseudomona sp*, etc) a los cuales siguen productores metano anaerobios estrictos, como *Metanobacterium*, *Metanosarcina* y *Metanococcus*. Los productos finales son metano y dióxido de carbono.

El tiempo de retención aumenta la eficiencia de remoción en todos los tratamientos biológicos, pero según Van der Steen et al, citado por Valderrama la remoción de coliformes totales y *Escherichia coli* alcanza el 99% el día 6, además que ellos resaltan la eficiencia más alta con plantas acuáticas en relación a las microalgas (Cubillos, 2008).

ORGANISMOS PATÓGENOS

Los organismos patógenos presentes en las aguas residuales pueden provenir de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una enfermedad determinada. Las principales clases de organismos patógenos que pueden encontrarse en aguas residuales son: bacterias, parásitos (protozoos, helmintos) y virus.

Las bacterias se consideran uno de los principales grupos patógenas presentes en aguas residuales, entre ellos tenemos al género:

Salmonella, el cual contiene una gran variedad de especies que pueden causar enfermedades en humanos y animales. La fiebre tifoidea, ocasionada por

Salmonella typhi, es la enfermedad más grave que puede transmitir este grupo. La enfermedad más comúnmente asociada con el grupo *Salmonella*, llamada salmonellosis, es una de las intoxicaciones alimentarias más comunes causadas por agua y alimentos contaminados. El grupo

Shigella, uno de los grupos bacteriales menos común, es el responsable de una enfermedad intestinal conocida como disentería bacilar o shigellosis.

El vibriocholerae es el agente causante de la enfermedad del cólera. Los únicos organismos huéspedes del cólera son los humanos y la vía más frecuente de transmisión es a través del agua. La mycobacterium tuberculosis se ha encontrado en aguas residuales municipales, conociéndose casos de personas contagiadas por nadar en aguas contaminadas.

Es frecuente el reporte de casos de gastroenteritis producida por causas desconocidas, aunque en general se atribuye a agentes bacteriales. Una fuente potencial para la propagación de esta enfermedad es la presencia de bacterias Gram negativas en el agua, a pesar de ser catalogadas como no patógenas. En este grupo se incluyen bacterias enteropatógenas como la Escherichiacoli y algunas especies de Pseudomonas, capaces de afectar a niños recién nacidos.

Aunque se ha establecido con certeza que estos organismos causan enfermedades en animales también han sido involucrados como agentes etiológicos en la transmisión de enfermedades humanas de origen hídrico.

La infección es causada por la ingestión de agua contaminada con ooquistes y quistes. Es importante anotar que existen fuentes de origen diferente al hombre que pueden aportar a las aguas contaminadas organismos como Cryptosporidium Parvum y la Giardialamblia. Estos protozoos pueden ocasionar síntomas como diarrea severa, dolor estomacal, náuseas y vómito que pueden extenderse por largos períodos de tiempo. Las formas más resistentes del Cryptosporidiumparvum son los ooquistes y para la Giardialamblia los quistes.

Los más importantes parásitos helmínticos que pueden encontrarse en aguas residuales son las lombrices intestinales, como la lombriz estomacal Ascarislumbricoides, la tenía solitaria Taeniasaginata y Taeniasolium, los gusanos intestinales Trichuristrichura, la lombriz intestinal Ancylostomaduodenales y el Necatoramericanus, y la lombriz filiforme Strongyloidesstercorales. La etapa infecciosa de algunos helmintos es el estado adulto o de larva y en otros la etapa infecciosa es el estado de huevo. Los nematodos son organismos libres en el estado de larva que no presenta ningún riesgo de tipo patógeno para los humanos. (Cubillos, 2008).

PLANTAS ACUATICAS

Las plantas acuáticas son aquellas que requieren una gran cantidad de agua en sus raíces para vivir, crecen en medios muy húmedos y completamente inundados, básicamente tienen los mismos requerimientos nutricionales de las plantas terrestres. Se pueden clasificar en flotantes, sumergidas y emergentes. (Cubillos, 2008).

El uso de las plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales en el mundo es un tema que se está tomando mayor consideración, debido a que suelen ser menos costosos y sofisticados en cuanto a su operación y mantenimiento, frente a otros sistemas convencionales, aunque dichos procesos requieren mayores extensiones de terreno en comparación con los de tipo intensivo, suelen ser igualmente eficaces en la remoción de materia orgánica e incluso más efectivo en la remoción de elementos patógenos y nutrientes, por otra parte, el consumo energético suele ser mínimo y su costo de mantenimiento muy bajo, requiriendo personales menos especializados, es por ello que en la actualidad sea comenzado a utilizar las plantas acuáticas para la purificación de las aguas residuales (Metcalf & Eddy, 2008).

La capacidad de cuatros macrófitas flotantes (*Salvinia herzogii*, *Pistia stratiotes*, *Hydromistia stolonifera*, y *Eichhornia crassipes*), para la extracción de cadmio en aguas residuales industriales, durante la época más fría del año, donde concluyendo, que la lechuga de agua posee mayor fitoremediación por su gran desarrollo, así mismo, Maine “et al” (1998), Estudiaron la capacidad de cuatros plantas acuáticas para eliminación de fosforo y nitrógeno en aguas, teniendo como resultado que a los 25 días las plantas acuáticas puede absorber el 64% de fosfato, 49% de nitrato y el 93% de amonio(Metcalf & Eddy, 2008).

CLASIFICACION DE LAS PLANTAS ACUATICAS

En la cual utilizaremos las siguientes clases de plantas acuáticas:

- De aguas profundas: Se sitúan en la zona más profunda de un estanque, desde 40 hasta 90 cm. Sus hojas dan sombra e impiden el desarrollo de algas que precisan el sol para proliferar, ayudando así a mantener el agua clara.

- Flotantes: Flotan en la superficie y sus raíces están sueltas dentro del agua en lugar de arraigadas en macetas o en el fondo. Se plantan simplemente echándolas en el agua.
- Oxigenadoras: Estas plantas no tienen una función decorativa en los estanques, aunque sí en los acuarios. Sirven para mantener el agua clara. Sus hojas absorben los minerales y el dióxido de carbono y esto dificulta el desarrollo de las algas.
Permanecen completamente sumergidas excepto las flores, que pueden salir a la superficie.
- De ribera o margen (palustres): Se sitúan en los bordes del estanque o terrazas, quedando de 5 a 10 cm. de agua sobre el nivel del cuello. Las raíces, por tanto, están dentro del agua. La mayoría de estas especies pueden vivir sin agua permanente en sus raíces, pero necesitan bastante riego.
- Plantas para las proximidades del estanque: Son especies usadas en jardinería que les gustan suelos húmedos y están más contentas mientras más cerca estén los estanques.

BIOFILTRACION

La biofiltración se define como todo proceso biológico utilizado para el control o tratamiento de compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos presentes en las fases.

En la biofiltración, los microorganismos son los responsables de la degradación biológica de los contaminantes contenidos. (Cárdenas, Revah, Martínez, & Gutiérrez, 2013).

FUNCION DE UN BIOFLITRO

La función de un biofiltro es captar y absorber los nutrientes que hay en una agua residual, este es absorbido mediante el propio mecanismo de ciertas especies, ya sea plantada o flotante.

FUNCIÓN AMBIENTAL

- Contribuye al aprovechamiento de aguas despreciadas, que pueden tener varios usos.
- Contribuye al descongestionamiento de espacios de recepción de aguas residuales.

- Previene las enfermedades que pueden causar estas aguas residuales estancadas
- y/o desperdiciadas.

FUNCIÓN ECONOMICA

- Es mucho más factible tener estas especies de que usan la biofiltración, para poder aprovechar el re-usamiento de estas aguas desperdiciadas, a que hacer sistemas de aguas para tratar aguas residuales.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON PLANTAS ACUATICAS

En Perú existe diversos lugares que poseen sistemas de tratamiento de aguas residuales con plantas acuáticas, como es el caso de la Universidad Nacional de Ingeniería, ubicada en el departamento de Lima, posee una planta de tratamiento de aguas residuales con humedales (UNITRAR), la cual, trata un caudal de 0.4 l/s, siendo así, un sistema de tratamiento eficiencia para la purificación de las aguas residuales. Las plantas acuáticas juegan un papel fundamental en la purificación de las aguas residuales domésticas, siendo sus principales sus funciones: Filtración, Clarificación y Disminución de la proliferación de algas, la cual se basa especialmente a la amplia cobertura vegetal en la superficie del agua, impidiendo así la formación de las algas, provocado por la falta de luz solar en el sistema, trayendo como consecuencia el déficit del procesos de fotosíntesis, y con ello la disminución de la concentración del DBO, DQO, sólidos en suspensión y turbidez, es por ello que la Pistia stratiotes posee las funciones mencionadas, debido a que es una especie no arraigada, la cual navegan libremente sobre la superficie del agua ayudando a filtrar el agua, a través de las raíces, rizomas, y parte del tallo, además ayuda a suprimir la materia orgánica, el fosforó y el nitrógeno, por medio de un conjunto de microorganismos facultativos asociados a las raíces de las plantas; logrando disminuir la proliferación de algas (Martelo & Borrero, 2012).

PROPIEDADES DE LAS PLANTAS ACUATICAS

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 rizósfera.
- Absorción de nutrientes en su mayoría (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 han estudiado distintas plantas acuáticas en sistemas de depuración de aguas residuales, algas u otras sumergidas, con vistas a explorar su posible valor, las así denominadas macrófitas acuáticas flotantes, la lenteja de agua, Jacinto acuático y la totora son del grupo de las plantas que con más intensidad se han estado evaluando en el trópico como posibles integrantes de sistemas de recirculación de nutrientes a través de su cultivo en estanques cargados con efluentes provenientes de biodigestores anaeróbicos, en lagunas, o simplemente colectadas en su medio natural.

EICHHORNIA CRASSIPES

Es una planta de flotación libre, en forma de cuña y formar una roseta, aterciopelado, hojas de color verde claro cubierta por pelos cortos, que almacenan burbujas de aire. El envés de las hojas es densamente peluda y casi blanco, con nervios longitudinales con venas incrustados. Puede crecer hasta 60 cm de altura, 30 cm de ancho, y con un gran número de raíces de plumas no ramificados hasta 80cm de largo sumergido en el agua debajo de la las hojas de la planta, la planta madre y plantas hijas están unidos por estolones (blanco estructuras como raíces que vinculan las plantas juntas) hasta 60 cm de largo.

Las flores del jacinto de agua son muy variables (2.5 cm hasta 5 cm de largo) oculto en el centro de la planta entre las bases de las hojas. Son de color blanco-verde. La floración se produce durante todo el año. El fruto es una baya de color verdoso, de 5-10 mm de diámetro. Cuatro a quince semillas de forma oblonga se producen en cada baya. Son de color verde al principio y luego a maduran son de color marrón y son alrededor de 2 mm de largo. La reproducción es vegetativamente y a través de semillas. Las plantas hijas se desprenden de plantas madre o colonias y se dispersen bien por las corrientes de agua o por animales, cada planta hija formar sus propias estolones, permitiendo aumentar rápidamente (Pieterse, 2011).

Una vez cubierto la superficie, la *Eichhornia crassipes* expulsa sus semillas al agua, flotan en el agua antes de hundirse hasta el fondo.

Las semillas no germinan a temperaturas de menos de 20 °C; pero puede sobrevivir al menos dos meses en agua fría a 4 °C y varias semanas en hielo a -5 °C, sin embargo, mayormente las semillas germinan a principios de verano una vez que las temperaturas suben por encima de 20 °C y luego suben a la superficie como plántulas.

El crecimiento de la *Eichhornia crassipes* es inhibida a pH 4 y óptima a pH 7 (En la fotosíntesis, las plantas acuáticas flotantes emplean el oxígeno y dióxido de carbono disponible en la atmosfera. Los nutrientes son tomados de la columna de agua a través de las raíces, las cuales constituyen también un excelente medio para la filtración y adsorción de sólidos suspendidos. El desarrollo de raíces en función de la disponibilidad de nutrientes en el agua y de la demanda de nutrientes por parte de la planta. Por consiguiente, la densidad y profundidad del medio filtrante (raíces), depende en gran medida de factores como la calidad del agua, temperatura, régimen de cosecha, etcétera (Martelo y Borrero, 2012).

La capacidad de la *Eichhornia crassipes* para la absorción de nitrato y amonio, con el objetivo de determinar el tiempo requerido para la absorción de dichos nutrientes, a través de la colocación de las plantas en vasos con soluciones nutritivas con concentraciones crecientes de nitrógeno, logrando absorber en 4 horas el amonio y en 71 horas (casi 3 días) el Nitrato, concluyendo que el amonio, eventualmente, inhibe la absorción y la asimilación del nitrato, debido a que las plantas acuáticas requieren de mayor energía (provista por la energía lumínica) para absorber el nitrato, en comparación del Amonio. Walstad (2010).

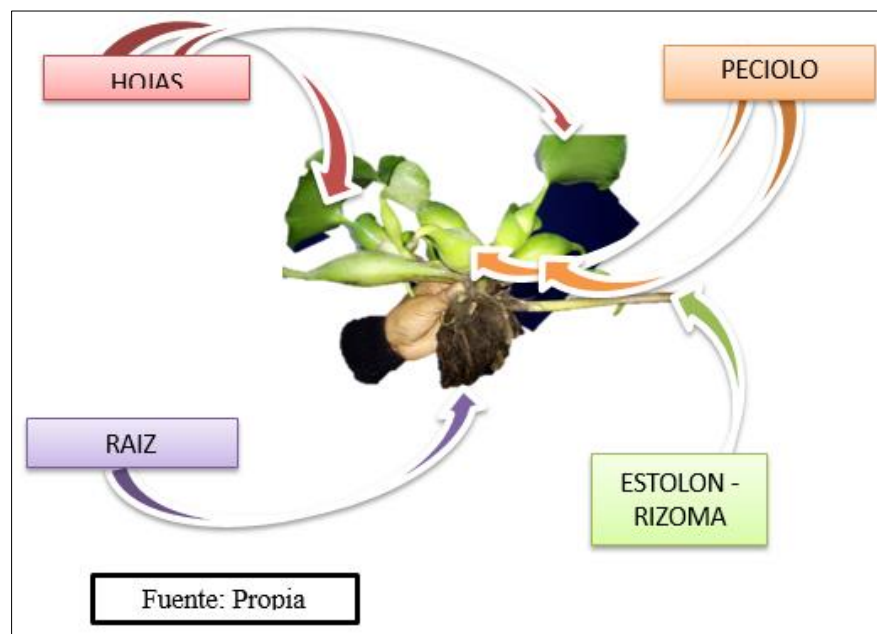
El efecto de las concentraciones de nitrógeno y fósforo, procedentes de efluentes de lagos de cría de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en el crecimiento de tres macrófitas acuáticas: *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, y *Salvinia molesta*. Para diferentes rangos de nutrientes *Salvinia molesta* presentó tasas más altas de crecimiento que *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* (0.029/día, 0.016/día y 0.016/día, respectivamente). Así mismo observaron que el crecimiento de *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* se ve afectado por las concentraciones de nitrógeno y fósforo para densidades muy altas de dichas plantas, mientras que el crecimiento de *Salvinia molesta* no se vio influenciado por la magnitud de dichos parámetros, manteniendo en todos los casos densidades más bajas que las otras especies.

Se concluyó que *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* pueden causar serios problemas en cuerpos de agua que reciban este tipo de efluentes y que *Salvinia molesta* tiene velocidades de infestación más rápidas, aún en aguas con bajos contenidos de nitrógeno y fósforo. (Silva “*et al*”, 2008).

PARTES Y CARACTERISTICAS FISICAS DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

Bortolotto I. (2004) en su tesis “O uso do camalote, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, Pontederiaceae para confecacao de artesanato no Distrito de Albuquerque Corumbá, MS, Brasil” nos señala lo siguiente:

- Estolón: tallo que parte de la plata principal alargado que dan origen a una nueva planta (Rizoma).
- Flor: grandes hasta 5 cm de largo.
- Frutos y semillas: es una capsula elíptica de más o menos 1.5 cm de largo.
- Hojas: forma una roseta basal, los peciolos largos y cilíndricos de 3 a 60 cm de largo, cortos y globosos flotantes, hojas casi circulares, de 2.5 a 16 cm de largo y 3 a 12 cm de ancho.
- Luz: plena luz solar y también en semisombras.
- Raíz: fibrosas, común mente coloreadas.
- Reproducción: vegetativa; es la que se produce sin la unión de los núcleos de las células sexuales si no a partir de otras células del individuo adulto ya desarrollado.
- Tallo : un tallo horizontal alargado conecta a varios.
- Tamaño: alrededor de 30cm.
- Temperatura: 20° y 30° C aprox.



PARTES SEÑALADAS DE LA “*EICHHORNIA CRASSIPES*”
*Tomada de Fuente: Propia

RAIZ DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

Lallana V. (1988) nos dice que, La raíz del Jacinto de agua, particularmente es extraordinaria ya que posee un sistema de adsorción única que emplea el mecanismo de Bioadsorción de metales pesados en aguas residuales, es considerada además como una de las mejores mundialmente ya que puede llegar a bioadsorber mercurio.

Físicamente la raíz posee un color negrozco con algunas raíces principales blancas, y en algunos casos de color púrpura.

La raíz representa del 20% al 30% de la biomasa de la planta.



RAIZ DE LA "EICHHORNIA CRASSIPES"
*Tomada de Fuente: Propia

PECIOLO DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

Los pecíolos de esta planta son esponjosos con muchos espacios llenos de aire (aerénquimas: tejido vegetal con espacios de aire) y son los responsables de su flotabilidad. (Lindsey & Hirt, 2000).



Sección transversal de un pecíolo en donde se observan los espacios llenos de aire
*Tomada de Fuente: Propia


HOJA DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

De forma una roseta basal, los peciolo largos y cilíndricos de 3 a 60 cm de largo, cortos y globosos flotantes, hojas casi circulares, de 2.5 a 16 cm de largo y 3 a 12 cm de ancho. (Lindsey y Hirt, 2000).



HOJA DE LA "EICHHORNIA CRASSIPES"
*Tomada de Fuente: Propia

FICHA TECNICA DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

<u>FICHA TECNICA</u>	
<u>REINO</u>	PLANTAE
<u>DIVISION</u>	MAGNOLIOPHYTA
<u>CLASE</u>	LILIOPSIDA
<u>ORDEN</u>	COMMELINALES
<u>FAMILIA</u>	PONTEDERIACEAE
<u>GENERO</u>	EICHHORNIA
<u>ESPECIE</u>	E. CRASSIPES
<u>NOMBRE BINOMINAL</u>	
EICHHORNIA CRASSIPES (MART.). SOLMS 1883	
	
PONTEDERIA CRASSIPES. MART. 1883	

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Eichhornia_crassipes

PROPIEDADES DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

PROPIEDADES FISICAS DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

- Tamaño: 16-60 cm
- Forma de propagación: por estolones (reproducción asexual) produciendo pequeñas plantas iguales a la madre o por semillas (reproducción sexual) floración muy pequeña en el centro de la planta que una vez fecundada produce unos pequeños frutos.
- Necesidades lumínicas: exposición intensa de luz o sol directo.
- Necesidades de mantenimiento: plantas de bajo mantenimiento, solo se deben retirar el exceso de plantas cuando se reproducen invadiendo la superficie.
- Temperatura: temperatura mínima de 18° hasta 30°-32°.
- Condiciones del agua: No necesita habitar en aguas limpias, sino que puede habitar en todo tipo de agua ya que es muy buena para absorber las diferentes bacterias que pudiese donde se las deja crecer.
- Dificultad: planta muy adaptable en estanques soleados, un poco más difícil en acuario con baja iluminación la pantalla debe estar a unos 15 cm de las hojas para no quemarlas, mejor acuarios destapados
- Observaciones: es una planta muy invasiva en el curso bajo de ríos y zonas pantanosas por lo que no se deben liberar en ríos ni pantanos, en estanques fuera de las zonas tropicales se deben reservar en un acuario o tina interior cuando las temperaturas son inferiores a 18°, las raíces sirven de refugio a alevines de peces e invertebrados, produciendo también infusorios en ellas. (Metcalf & Eddy, 2008).

PROPIEDADES QUIMICAS DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

FITORREMEDIACIÓN

Es la descontaminación de los suelos, la depuración de las aguas residuales o la limpieza del aire interior, usando plantas vasculares, algas (ficorremediación) u hongos (micorremediación), y por extensión ecosistemas que contienen estas plantas. Así pues, se trata de eliminar o controlar las diversas contaminaciones. La degradación de compuestos dañinos se acelera mediante la actividad de algunos microorganismos.

TIPOS DE FITORREMEDIACIÓN

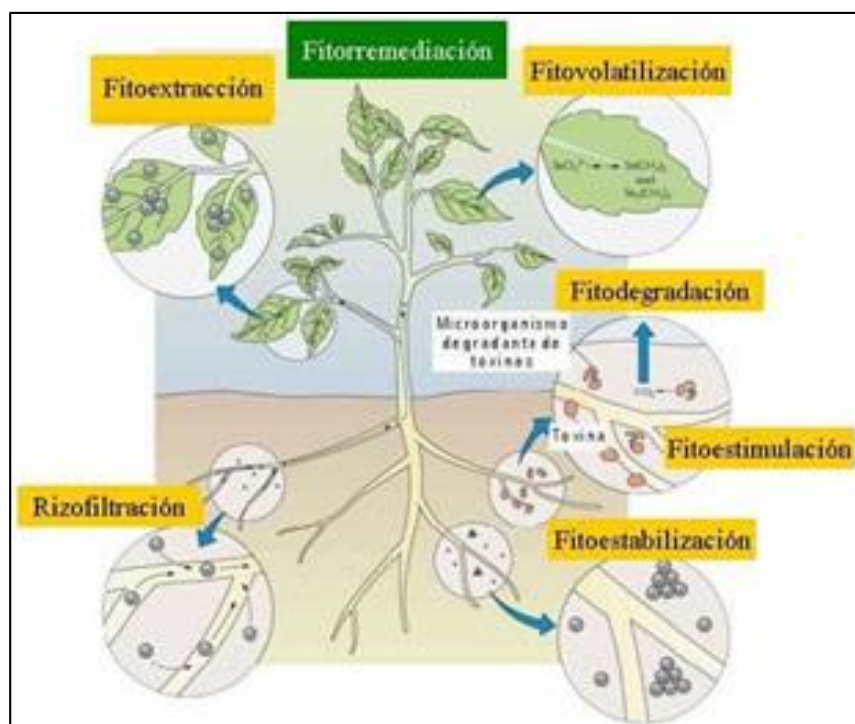
.Fitoextracción: el uso de plantas que absorben y concentran en sus partes recolectables (hojas, tallos) los contaminantes contenidos en el suelo (a menudo metales pesados). Se utilizan plantas acumuladoras y /o hiperacumuladoras que sean capaces de tolerar y acumular los metales pesados.

Es posible mejorar la extracción mediante la adición de quelatos en el suelo. En la mayoría de los casos las plantas se cosechan y se incineran, las cenizas se almacenan en lugares acondicionados para ello o son transformadas para recuperar los metales acumulados (a esto se le llama fitominería).

.Fitotransformación o fitodegradación: algunas plantas producen enzimas (dehalogenasa, oxigenasa) que catalizan la degradación de las sustancias absorbidas o adsorbidas, que se transforman en menos tóxicas o no tóxicas por la metabolización de los contaminantes en los tejidos vegetales o por los organismos de la rizosfera alimentados por la planta (esto se llama rizodegradación (degradación por la rizosfera).

.Fitofiltración o rizofiltración: utilizados para la descontaminación y restauración de las aguas superficiales y subterráneas. Los contaminantes son absorbidos o adsorbidos por las raíces de las plantas en ambientes húmedos.

.Fitoestimulación: localizado principalmente en el rizosfera, es la estimulación por las plantas de las actividades microbianas favorables a la degradación de los contaminantes. Este aspecto, cuando se estudió, se encontró en todas las plantas hiperacumuladoras. (McCutcheon, 2009).



Tipo	Proceso Involucrado	Contaminación Tratada
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes cosechables (hojas y raíces)	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc isótopos radioactivos, compuestos fenólicos
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a napas subterráneas o al aire.	Lagunas de deshecho de yacimientos mineros. Propuesto para fenólicos y compuestos clorados.
Fitoestimulación	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)	Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc.
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración.	Mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano)
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.	Municiones (TNT, DNT, RDX, nitrobenzono, nitrotolueno), atrazina, solventes clorados, DDT, pesticidas fosfatados, fenoles y nitrilos, etc.

*Fuente: www.ecojovent.com/Ecología/aresiduales

COMPOSICION QUIMICA DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

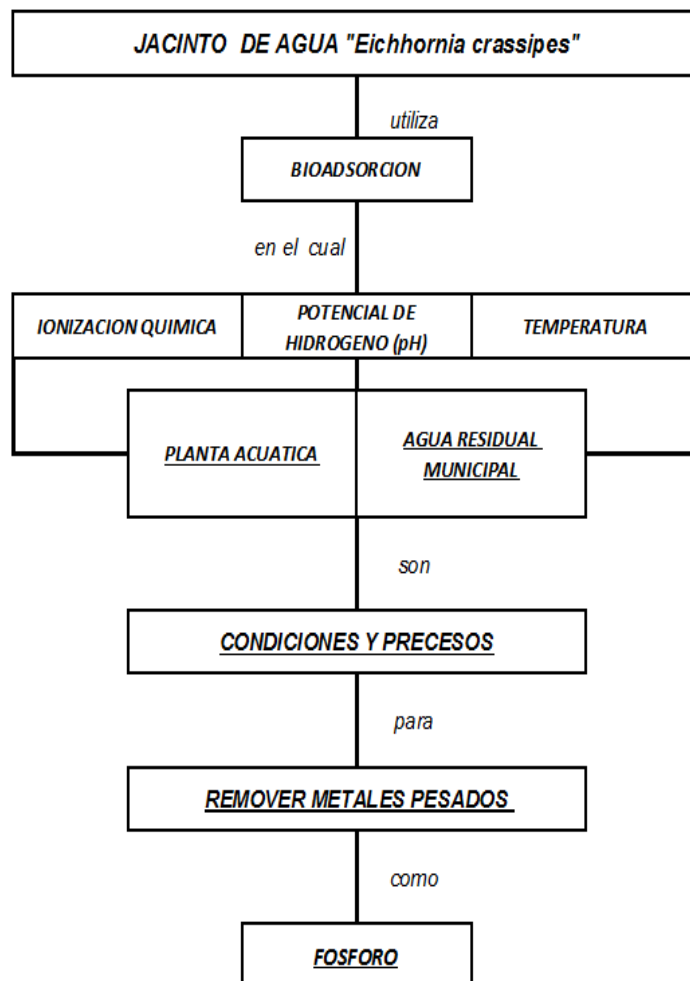
Referencia	Muestra	C	H	L	C+H+L	A	E
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
<i>Wolverton y McDonald, 1981</i>	P. C.	21.5	33.9	6.0	61.4	11.1	27.5
<i>Patel y col., 1993</i>	P. C.	17.8	43.4	7.8	69.0	20.2	10.8
<i>Mishima y col., 2006</i>	P. C.	21.1	25.9	12	59.0	16.3	24.7
<i>Nigam, 2002</i>	P. C.	18.2	48.7	3.5	70.4	-	-
<i>Bolenz y col., 1990</i>	T. y H.	31	22	7	60.0	15	25.0
<i>Goswani y Saikia, 1994</i>	T. y H.	32	21	6.7	59.7	18.4	15.7
<i>Abraham y Kurup, 1997</i>	T. y H.	35	18.3	4.6	58.0	15.1	27.0
<i>Kivaisi y Mtila, 1998</i>	T. y H.	25.2	23.1	9.7	58.0	-	-
<i>Tan y col., 2008</i>	T. y H.	27.4	27.4	11.5	66.3	12.7	21
<i>Lindsey y Hirt, 2000</i>	T. y H.	32.0	21	14	67	19.9	4.72
<i>Bhattacharya y col., 2010</i>	T. y H.	25	35	10	70	20	-
<i>Chanakya y col., 1993</i>	H	18	34.0	26.3	78.3	-	21.7
<i>Mishima y col., 2006</i>	H	18.1	25.0	13.3	56.4	16.5	27.1
<i>Girisuta, 2008</i>	H	46.7	-	27.7	74.4	18.2	7.4
<i>Mishima y col., 2008</i>	H	19.7	27.1	-	-	-	-

C ■ Celulosa; H ■ Hemicelulosa; L ■ Lignina; A ■ Cenizas y E ■ Extractivos.
 C + H + L ■ Sumatoria del contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina.
 P. C. ■ Planta Completa; T y H ■ Tallo y hoja; H ■ Hoja.

MECANISMO DE BIOADSORCIÓN DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

Lallana V. (1988) nos dice que, esta macrófita presenta características bioadsorventes al utilizar su biomasa. El término biosorción se ha acuñado para describir el fenómeno de captación pasiva de iones metálicos, basados en las propiedades de ciertos tipos de biomasa inactivas o muertas para enlazar y acumular este tipo de contaminantes por diferentes mecanismos (adsorción física, complejación, intercambio iónico).

Una vez que la Bioadsorción se asocia exclusivamente a la captación pasiva de iones metálicos, puede ser el mecanismo de transporte a través de la membrana celular que solo tienen lugar con células vivas y que se relaciona con un sistema de defensa activo por parte de los microorganismos que reaccionan frente a la presencia de iones metálicos tóxicos.



Mapa conceptual del Mecanismo que utiliza el Jacinto de agua
Tomada de Fuente: Propia

BIOADSORCION

La adsorción de agua consiste en su desplazamiento desde el suelo hasta la raíz, y es la primera etapa del flujo hídrico en el sistema continuo agua-planta-atmosfera.

La adsorción es un proceso en el cual un contaminante soluble (adsorbato) es eliminado del agua mediante el contacto con una superficie (adsorbente).

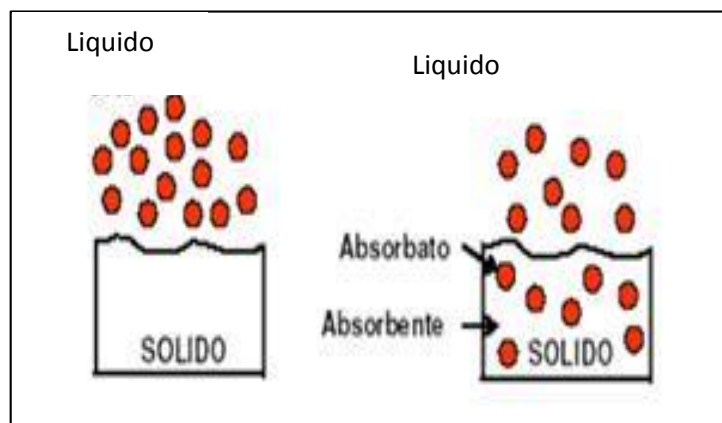
Las raíces de las plantas están recubiertas en la zona pilífera por el tejido epidérmico llamados pelos absorbentes. El agua y parte de los nutrientes son absorbidos a través de los pelos absorbentes los cuales ascienden por un proceso que se da de mayor a menor concentración, de esta manera los nutrientes llevan a través de la endodermis hasta llegar al xilema. (González Sánchez, G.G., 2011).

ADSORBENTE

Un adsorbente es un sólido que tiene la capacidad de retener sobre su superficie un componente presente en corrientes líquidas o gaseosas. Se caracterizan por una alta superficie específica y por su inercia química frente al medio en el que se van a utilizar y Adsorbato se adsorbe. (González Sánchez, G.G., 2011).

ADSORBATO

El Adsorbato se adhiere sobre la superficie del adsorbente por un proceso de adsorción. (Gonzales G., 2011).



Fuente: González Sánchez, G.G. (2011).

FUNCIÓN DE LA BIOADSORCIÓN

La Agencia Suiza para la Cooperación y el desarrollo (COSUDE), Nicaragua (2010), nos dice que la función de la Bioadsorción es captar y absorber los nutrientes que hay en un cierto lugar, este es absorbido mediante el propio mecanismo de ciertas especies, ya sea plantada o flotante.

Como también nos plantea las siguientes funciones:

FUNCIÓN AMBIENTAL

- Contribuye al aprovechamiento de aguas despreciadas, que pueden aprovecharse y tener varios usos.
- Contribuye al descongestionamiento de espacios de recepción de aguas residuales.
- Previene las enfermedades que pueden causar estas aguas residuales estancadas y/o desperdiciadas.

FUNCIÓN DECORATIVA

- Da mejor vista de un lugar en donde hay aguas residuales domesticas estancadas o desperdiciadas.

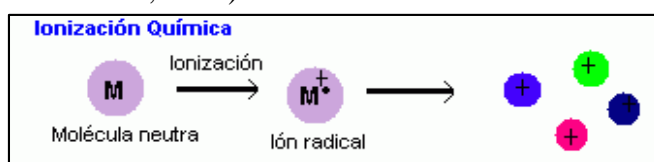
FUNCIÓN ECONOMICA

- Es mucho más factible tener estas especies de que usan la Bioadsorción, para poder aprovechar el reusamiento de estas aguas desperdiciadas, a que hacer sistemas de aguas para tratar aguas residuales.

IONIZACION QUIMICA

La ionización química es el fenómeno químico o físico mediante el cual producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra. A la especie química con más electrones que el átomo o molécula neutros se le llama anión, y posee una carga neta negativa, y a la que tiene menos electrones catión, teniendo una carga neta positiva.

La condición para que se formen iones en reacciones químicas suele ser una fuerte diferencia de electronegatividad entre los elementos que reaccionan o por efectos de resonancia que estabilizan la carga. Además la ionización es favorecida por medios polares que consiguen estabilizar los iones. (Gonzales G., 2011).



Fuente: Gonzales G., 2011

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

El pH es un índice de la concentración de los iones de hidrógeno (H) en el agua. Se define como $-\log(\text{H}^+)$. Cuanto mayor sea la concentración de los iones de hidrógeno en el agua, menor será el valor del pH.

La escala del pH va desde 0 a 14 donde:

- El agua con un pH inferior a 7 se considera ácida (mayor concentración de iones de H^+)
- El agua con un pH superior a 7 se considera básica (menor concentración de iones de H^+)
- El agua con un pH de 7,0 se considera neutral.

Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrogeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrogeno (H^+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH), la sustancia es acida. (Metalf & Eddy, 2008).

Desde que la escala del pH es una escala logarítmica, un cambio de una unidad del pH (por ejemplo de 5,0 a 6,0) significa un cambio de 10 veces en la concentración de los iones de hidrógeno.

Un agua con un pH demasiado alto, puede resultar en deficiencias de nutrientes, principalmente de micro-nutrientes. Mantener el pH del agua de riego por debajo de 7,0 es también importante para prevenir las obstrucciones de emisores, debido a la precipitación de sales.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LA EICHHORNIA CRASSIPES

Esta planta obtiene del agua todos los nutrientes que requiere para su metabolismo, siendo el nitrógeno y el fósforo, junto a los iones de potasio, calcio, magnesio, hierro, amonio, nitrito, sulfato, cloro, fosfato y carbonato, los más importantes.

Poseen un sistema de raíces, que tienen microorganismos asociados a ellas que favorece la acción depuradora de las plantas acuáticas Novotny y Olem, citado por Celis (1994), retienen en sus tejidos metales pesados (cadmio, mercurio, arsénico).

Además remueve algunos compuestos orgánicos, tales como fenoles, ácido fórmico, colorantes y pesticidas, y disminuye niveles de DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), y sólidos suspendidos.

La planta es muy tolerante, y de alta capacidad de captación de metales pesados, tales como Cd, Cr, Co, Ni, Pb, Hg, etc., que podría ser utilizado para la biolimpieza de aguas residuales industriales. (Metcalf y Eddy, 2008).

FOSFORO EN AGUAS RESIDUALES

DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental) nos dice que el Fosforo se conforma por:

Detergentes: que tienen un efecto ablandador del agua y flocculan y emulsionan a las partículas de mugre, y algún otro componente que actúe como solubilizante, blanqueador, bactericida, perfumes, abrillantadores ópticos (tinturas que dan a la ropa el aspecto de limpieza), el principal aditivo de los detergentes es el tripolifosfato de sodio $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

FOSFORO PARA LAS PLANTAS

La página Plant Sciences en su artículo “Fósforos y potasios” nos señala que el fósforo es un componente de la estructura del ácido nucleico del complejo de las plantas, que regula la síntesis de proteínas. El fósforo es, por lo tanto, importante en la división celular y el desarrollo de nuevo tejido. El fósforo también se asocia con las transformaciones de energía complejas en la planta.

La adición de fósforo disponible promueve el crecimiento de la raíz y la resistencia al frío, estimula el aparamiento, ya menudo acelera la madurez.

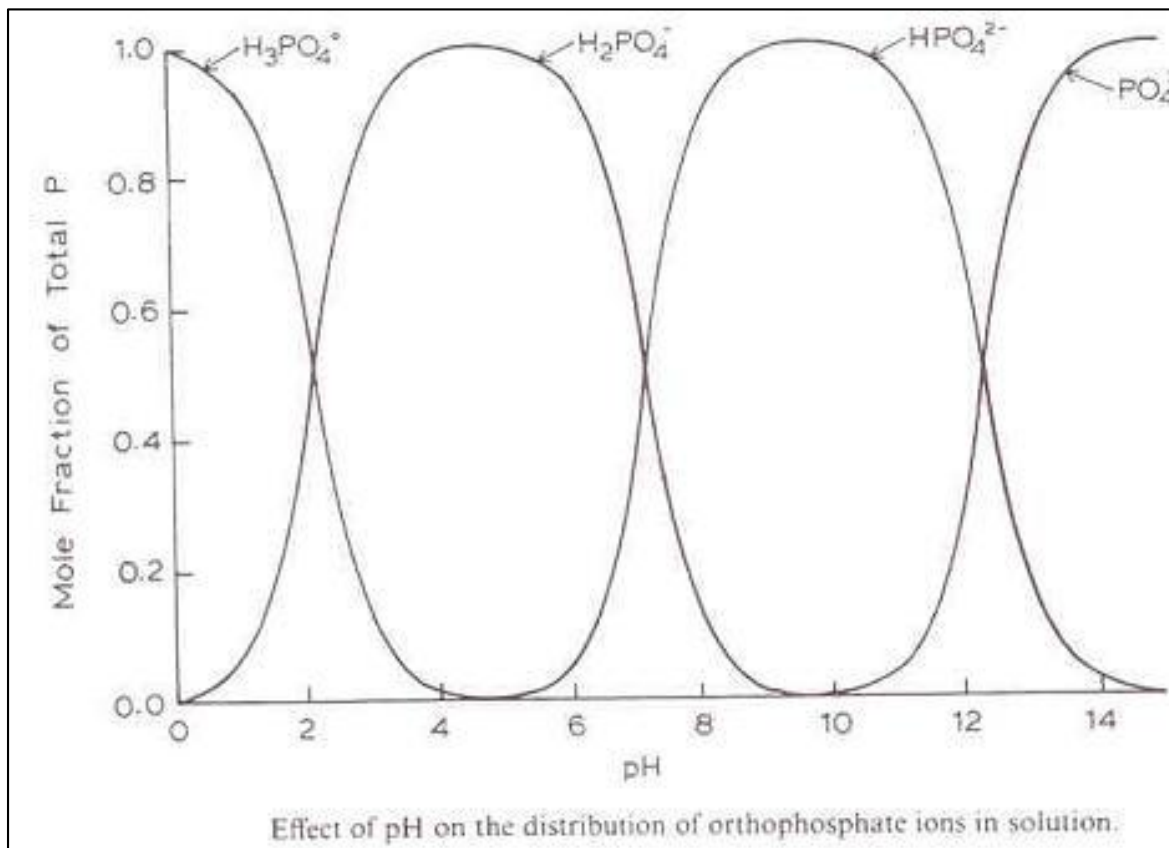
Es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 %.

ADSORCION DE FOSFORO EN LAS PLANTAS

Fertilizer Management nos dice que las plantas absorben el fósforo de la solución como el ion ortofosfato: HPO_4^{2-} o H_2PO_4^- . La forma en que el fosforo es absorbido es afectado por el pH. En un pH más alto predomina la forma H_2PO_4^- .

La movilidad del fósforo en el suelo es muy limitada y por lo tanto, las raíces pueden absorber el fósforo solamente de su entorno inmediato.

Desde que la cantidad del fósforo en la solución es baja, la mayor parte de la adsorción del fósforo es activa, contra del gradiente de la concentración (es decir, la concentración del fósforo es mayor en las raíces que en una solución de agua).



Fuente: Juárez L. (2011). México DF en su tesis: "Cambios en la composición del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) debidos a su grado de madurez y a su transformación biotecnológica"

EUTROFIZACIÓN

La eutrofización es un tipo de contaminación química de las aguas. Se da cuando hay un aporte excesivo de nutrientes a un ecosistema acuático, el cual queda severamente afectado por ello. El fósforo y el nitrógeno son los principales causantes de la eutrofización.

La eutrofización altera las características del medio ambiente de los ecosistemas acuáticos alterando la cadena trófica y aumentando la entropía (el desorden) del ecosistema. El resultado son ecosistemas con una biodiversidad reducida, con las especies oportunistas ocupando nichos previamente ocupados por otras especies. (Metcalf & Eddy, 2008).



Fuente: (Metcalf & Eddy, 2008). Consecuencias de la Eutrofización

NORMAS NACIONALES

La calidad del agua residual depende del uso de las aguas del cuerpo receptor al cual se vierte, o del uso directo de las aguas residuales tratadas.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua según Decreto Supremo 015-2015-MINAM del 19.12.2015 son:

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

Aguas superficiales dedicadas a la producción de agua potable.

A1.-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

A2.-Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

A3.-Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Aguas superficiales dedicadas para recreación

B1.-Contacto primario

B2.-Contacto secundario

CATEGORÍA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS (AGUA DE MAR)

Sub categoría 1.-Extracción y cultivo de moluscos bivalvos.

Sub categoría 2.-Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas.

Sub categoría 3.-Otras actividades.

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES.

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Parámetro para riego de vegetales.

Parámetro para bebida de animales.

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

Lagunas y lagos

Ríos

. Costa y sierra

. Selva

ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NUTRIENTES EXISTENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES

ENSAYO DE FOSFORO TOTALES

El fósforo total (P): se determina en una muestra sin filtrar y en ella están presentes todas las formas de fósforo. Debido a que el fósforo puede estar presente en combinación con la materia orgánica, es necesario para determinar el fósforo total, preparar la muestra mediante un método de digestión capaz de oxidar la materia orgánica efectivamente, para liberar el fósforo como ortofosfato, para su posterior determinación por el Método del Ácido Ascórbico. La concentración de fósforo total se registra como mg P total /L. El método de digestión utilizado es el del ácido sulfúrico - ácido nítrico, recomendado en el Standard Methods 20ed., para la mayoría de las muestras y además presenta recuperaciones adecuadas. se analizan con éste método muestras de agua superficial y residual en un rango de lectura de concentraciones entre 0.05 y 1.0 mg P-PO₄/L, pero el rango de concentración de las muestras esta entre 0.05 y la máxima concentración que pueda ser diluida con precisión. El análisis de fósforo envuelve dos pasos generales: (a) conversión de la forma de fósforo total a ortofosfato disuelto, y (b) determinación colorimétrica del ortofosfato disuelto. El molibdato de amonio y el tartrato de antimonio y potasio reaccionan en medio ácido con el ortofosfato para formar un heteropoliácido -ácido fosfomolibdico- que es reducido por ácido ascórbico a un complejo azul de molibdeno intensamente coloreado; sólo las formas de ortofosfato forman dicho color azul en esta prueba.

ENSAYO DE PH

Se basa en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones H⁺. La fuerza electromotriz producida en el electrodo de vidrio varía linealmente con el pH del medio. Se debe tener en cuenta la temperatura de la muestra ya que esta fuerza electromotriz afecta al valor del pH.

Se calibra el electrodo con disoluciones patrón (tampones) de pH conocido. - Se coloca la muestra, en la que se ha introducido una varilla agitadora teflonada (imán), en un agitador magnético, y se agita. - Se procede a leer el valor del pH cuando la lectura se estabilice en pH-metro con compensación de temperatura.

HIPOTESIS

Mediante el proceso de Bioadsorción en donde la ionización química y el pH que utiliza la *Eichhornia crassipes* “Jacinto de agua” removerá fósforo en aguas residuales municipales del distrito de Nuevo Chimbote vertidas en 120 litros de agua residual de La Gaviota y 120 litros de agua residual de Campamento Atahualpa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar el nivel de remoción de fósforos totales en aguas residuales municipales del Distrito de Nuevo Chimbote vertido en las lagunas La Gaviota y Campamento Atahualpa en ambientes controlados, empleando la capacidad biofiltradora de la *Eichhornia crassipes* Jacinto de agua.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la cantidad de fósforo total y pH que existe en las aguas residuales municipales en las lagunas de vertido La Gaviota y Campamento Atahualpa en el distrito de Nuevo Chimbote.
- Verificar si las cantidades de fósforo de los puntos La Gaviota y Campamento Atahualpa cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA).
- Determinar las cantidades de fósforo total, pH en las aguas residuales municipales de Nuevo Chimbote a 15, 30 y 40 días de estar en el reactor.
- Verificar si la cantidad de fósforo total obtenidas en los reactores después de 40 días cumplen con Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
- Elaborar una propuesta de una laguna de oxidación para aguas residuales municipales.

METODOLOGIA

METODO, TIPOS Y DISEÑO DE INVESTIGACION

METODO DE INVESTIGACION

Método Experimental, ya que se requiere descubrir nuevos conocimientos aplicando los ensayos a las dos muestras ensayadas en laboratorio.

Comprobando la Bioadsorción de las plantas acuáticas de Jacinto de agua en aguas residuales municipales vertidas en las lagunas La Gaviota y Campamento Atahualpa en el distrito Nuevo Chimbote.

El método experimental se apoya en pruebas, ensayos, repetición, laboratorio especializados. La mayor parte del estudio, se realizará en el laboratorio, observando y debatiendo los resultados obtenidos.

TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de estudio es aplicada porque se está utilizando un conocimiento pre existente. La investigación aplicada parte del conocimiento generado por la investigación básica, tanto para identificar problemas de contaminación y saneamiento en donde se debe intervenir como para definir las estrategias de solución, es de tipo cuantitativa.

Está orientada a evaluar y cuantificar la remoción de fosforo de la *Eichhornia Crassipes* con su capacidad de biofiltración en la remoción de nutrientes de aguas residuales municipales.

DISEÑO DE INVESTIGACION

A ésta investigación según su alcance y naturaleza le corresponde un diseño de nivel Cuasi-Experimental y control, ya que al presente proyecto de investigación al menos manipularemos una de las variables como la independiente, porque mediante la aplicación del método de la experimentación y de control, ensayos y pruebas científicas se determino cuál es la eficiencia en la remoción de fosforo en aguas residuales domesticas usando una carga de plantas acuáticas Jacinto de agua "*Eichhornia crassipes*" mediante el proceso de Bioadsorción en donde la ionización química y el pH que utiliza el Jacinto de agua removerá este metal.

El estudio es su mayor parte se concentro en un ambiente controlado, donde como el investigador estaba en contacto con las muestras y ensayos realizados obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos formulados.

POBLACION Y MUESTRA

POBLACION

Conformada por todo el conjunto de plantas acuáticas (*Eichhornia Crassipes*) sometidas a dosificaciones de agua residual municipal en 120 litros de agua, que estarán en un ambiente controlado.

De acuerdo a lo mencionado tendremos, un conjunto de 12 plantas de *Eichhornia Crassipes* que serán expuestas en 120 litros de agua de cada punto extraído tanto en la Gaviota y del campamento Atahualpa.

Donde:

N: Numero de plantas

N: 12 unidades

MUESTRA

La muestra es 120 litros de solución de aguas residuales extraídas de los puntos de vertido en las Laguna La Gaviota y Laguna Campamento Atahualpa (cada una). Dado que no existe norma alguna que especifique la cantidad de agua residual que se requiere para un estudio de remoción, se empleó los 120 litros con 12 macrófitas para tener una proporción entre los dos tipos de muestra. Dado que se tiene como antecedente que la proporción 01 macrófita por cada 10 litros da un buen resultado en la remoción de nutriente se empleará una proporción mayor que es de 10 lt por cada macrófita.

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Dado que se tiene antecedente que el día de mayor concentración de nutrientes es el día viernes, se extrajo la muestra ese día. Se utilizó la técnica de observación de monitoreo de aguas para plantas de tratamiento tales como ubicación del punto de monitoreo, etiqueta de las muestras y reporte de monitoreo de efluente/afluente de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), mediante fichas de observación para la determinación de Fosforo, luego se utilizó la técnica de muestreo. Igualmente se empleó con la prueba a 15, 30 días y 40 días.

TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	INSTRUMENTOS	AMBITO DE LA INVESTIGACION
Observación científica	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de fósforos totales • Ensayos de pH (potencial de hidrogeno) • Base de datos 	Grupo control y grupo experimental

Por ser un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental, ya que se quiere descubrir nuevos conocimientos con los ensayos aplicados a las muestras ensayadas en laboratorio, por tanto se optó por usar como Técnica de Investigación: “LA OBSERVACION CIENTIFICA Y GUIA DE OBSERVACIÓN CON RESUMEN”, porque queremos mediante este instrumento (Fichas técnicas de pruebas de laboratorio) en una primera instancia reconocer, apreciar y comparar las principales características del Jacinto de agua, la variable independiente sufre modificaciones.

PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

- Recolectar las plantas de *Eichhornia Crassipes* con las mismas características para verificar cuáles tiende a tener una mayor resistencia en contacto directo con los nutrientes.
- Recolectar las plantas que no tuvieron un impacto considerable en su organismo (decoloración de sus hojas y/o muerte de la misma).
- Hacer un periodo de adaptación de 30 días a la planta *Eichhornia Crassipes* para su posterior colocación en los reactores.
- Recolectar 120 litros de agua residual municipal del Punto Laguna La Gaviota y 120 litros de agua de la Laguna Campamento Atahualpa el día viernes ya que se tiene antecedente que es el día de mayor concentración de nutrientes (fosforo).
- Verter 120 litros de agua residual doméstica en los reactores para el estudio de 15,30 y 40 días respectivamente.
- Colocación de las 12 plantas *Eichhornia Crassipes* en cada uno de los reactores ya mencionados. Cabe mencionar que las 12 plantas colocadas tendrán dimensiones similares (longitud de raíz y hojas).

- Se utilizó 250 ml de agua residual municipal que será envasado para su posterior análisis en el laboratorio de Control de Calidad-SEDALIB.SA
- Mediante el método de Fósforos totales se tendrá la cantidad de fósforo total en los puntos mencionados en unidades mg P/L.
- Pasado 15 días se procederá a la extracción de la muestra en los dos reactores. Se extraerá 250 ml de muestra.
- Los 250 ml. serán llevados a la brevedad posible al laboratorio de Control de Calidad-SEDALIB.SA.
- Mediante el método de Fósforos totales se tendrá la cantidad de fósforo total.
- Pasado 30 días se procederá a la extracción de la muestra en los dos reactores. Se extraerá 250 ml de muestra.
- Los 250 ml. serán llevados a la brevedad posible al laboratorio de Control de Calidad - SEDALIB.SA.
- Pasado 40 días se procederá a la extracción de la muestra en los dos reactores. Se extraerá 250 ml de muestra.
- Los 250 ml. serán llevados a la brevedad posible al laboratorio de Control de Calidad-SEDALIB.SA.
- Con los datos obtenidos realizaremos cuadros que nos ayudaran a ver nuestros resultados.

RECOLECCION DE MUESTRAS

- RECOLECCION DE JACINTO DE AGUA

La recolección de las plantas acuáticas Jacinto de agua fueron en estado natural en sequias, pozos y criaderos de los pobladores de la localidad de Casuarinas en el distrito de Cascajal.

Actualmente el Jacinto de agua de esta localidad se encuentra en crecimiento en pozos de los mismos pobladores, ya que dejarlo en los canales de donde lo sacan hace que estas se pierdan por el mismo flujo que tienen los canales de regadío. Según recolección de información, los pobladores de la localidad de Casuarinas dieron conocimiento que el Jacinto de agua apareció en esa zona por medio de la misma corriente de las sequias y lo que los canales de regadío arrastran, a lo que esta especie llego y comenzó su reproducción, al poco tiempo dieron conocimiento que esta especie había aumentado, poblando casi la totalidad de los canales. A lo que se dieron cuenta de que las características del agua de los canales iban cambiando ya que antes que haya presencia del Jacinto de agua, los canales estaban contaminados por algunos productos que desechaban algunas agrícolas como también por causa de los pobladores que solían lavar sus cosas como ropa, servicios y demás ya que no contaban con Sistema de agua potable y Alcantarillado, todo esto con productos de limpieza, como también dieron información de que solían reportarse problemas de salud mayormente intestinales por consumo del agua. Cuando ya el Jacinto de agua comenzó a darse a lugar en los canales donde se encuentra esta se comenzó a tornarse más clara y con presencia de algunas especies de peces y moluscos por lo que claramente los pobladores dedujeron que el Jacinto de agua contrarrestaba los contaminantes del agua de los canales.

A lo que pobladores cerca y lejana a la localidad comenzaron a utilizar el Jacinto de agua para descontaminar sus aguas como de sus viviendas empleándolas en pozos y reservorios, incluso también utilizadas en peceras para poder emplearlas como producto natural de limpieza de agua.

Actualmente el Jacinto de agua de Casuarinas, es empleado en pozos de agua tratadas de los mismos pobladores de Casuarinas, ya que no cuentan con una laguna de oxidación para poder emplearla en mayor volumen.

**UBICACIÓN DE LA RECOLECCION DE
JACINTO DE AGUA**



Nombre:

Latitud:

Longitud:

Localización del Jacinto de agua en estado natural
*Tomada de Google Earth y señalada por fuente propia
* Coordenadas de google Earth.



Fotografía 01: Llegada a Cascajal - Casuarinas y reconocimiento de Jacinto de Agua en pozos.



Fotografía 02: Seleccionando plantas de Jacinto de agua.



Fotografía 03: Selección homogénea de Jacinto de agua.

Las selecciones de las muestras fueron escogidas homogéneamente, la cual se tuvieron en cuenta el peso (gr) – margen de error de 0.10 gr., altura (cm) – margen de error de 0.5 cm, longitud (cm) – margen de error de 0.5 cm y numero de hojas (unid.) – margen de error de 02 und.

Tabla N° 01: Resumen de muestras (plantas) seleccionadas para laguna Campamento Atahualpa

PLANTA	Laguna Campamento Atahualpa											
	UNIDADES											
	Reactor 01				Reactor 02				Reactor 03			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso (Gr.)	0.100	0.900	0.950	0.950	0.110	0.100	0.950	0.100	0.100	0.100	0.950	0.950
Altura (Cm.)	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.16	0.14	0.15	0.15
Long. (Cm.)	0.23	0.22	0.25	0.25	0.24	0.22	0.25	0.24	0.25	0.24	0.25	0.25
N° de hojas (Und.)	6	6	5	6	6	5	6	5	5	6	6	6

Tabla N° 02: resumen de muestras (plantas) seleccionadas para laguna La Gaviota

PLANTA	Laguna La Gaviota											
	UNIDADES											
	Reactor 01				Reactor 02				Reactor 03			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso (Gr.)	0.900	0.100	0.950	0.110	0.100	0.100	0.100	0.950	0.950	0.950	0.100	0.110
Altura (Cm.)	0.15	0.14	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.16	0.14	0.15	0.15
Long. (Cm.)	0.22	0.23	0.25	0.22	0.24	0.25	0.25	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25
N° de hojas (Und.)	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6

- RECOLECCION DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA

- Se recolecto 120 litros de muestra de agua residual municipal de la Laguna Campamento Atahualpa.

Ubicación del punto de captación de la muestra: Laguna Campamento Atahualpa:
Coordenadas: X= 496414.63970115123, Y= 1285592.4193543512,5 m.s.n.m.



Fotografía N° 04: Punto de captación de muestra en Laguna Campamento Atahualpa.

LAGUNA LA GAVIOTA:

- Se recolecto 120 litros de muestra de agua residual municipal de la Laguna La Gaviota.

Ubicación del punto de captación de la muestra: Laguna La Gaviota: Coordenadas:
X= 496979.48310995486, Y= 1280385.361219816,3 m.s.n.m.



Fotografía N° 05: Punto de captación de muestra en Laguna La Gaviota.

RESULTADOS

Para la realización del análisis se recolecto agua municipal del Distrito de nuevo Chimbote, 120 litros en la Laguna Campamento Atahualpa y 120 litros en la Laguna La Gaviota.

De los cuales se extrajo 250 ml de muestra de cada Laguna para realizar la muestra de patrón de cada una de estas.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE FOSFORO TOTALES

Resultado del análisis de las pruebas patrón en la laguna campamento Atahualpa y la gaviota.

Tabla N° 01- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (A1-P) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	1.833	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Tabla N° 02- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (G1-P) en el punto la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	1.933	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Resultado del análisis de las pruebas a los 15 días (15D) en la laguna campamento Atahualpa y la gaviota.

Tabla N° 03- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a los 15 días (A1-15D) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.580	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Tabla N° 04- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a los 15 días (G1-15D) en el punto laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.600	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Resultado del análisis de las pruebas a los 30 días (30D) en la laguna campamento Atahualpa y la gaviota.

Tabla N° 05- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a los 30 días (A1-30D) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.084	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Tabla N° 06- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a los 30 días (G1-30D) En el punto laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.098	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Resultado del análisis de las pruebas a los 40 días (40D) en la laguna campamento Atahualpa y la gaviota.

Tabla N° 07- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a los 40 días (A1-40D) en el punto campamento Atahualpa.

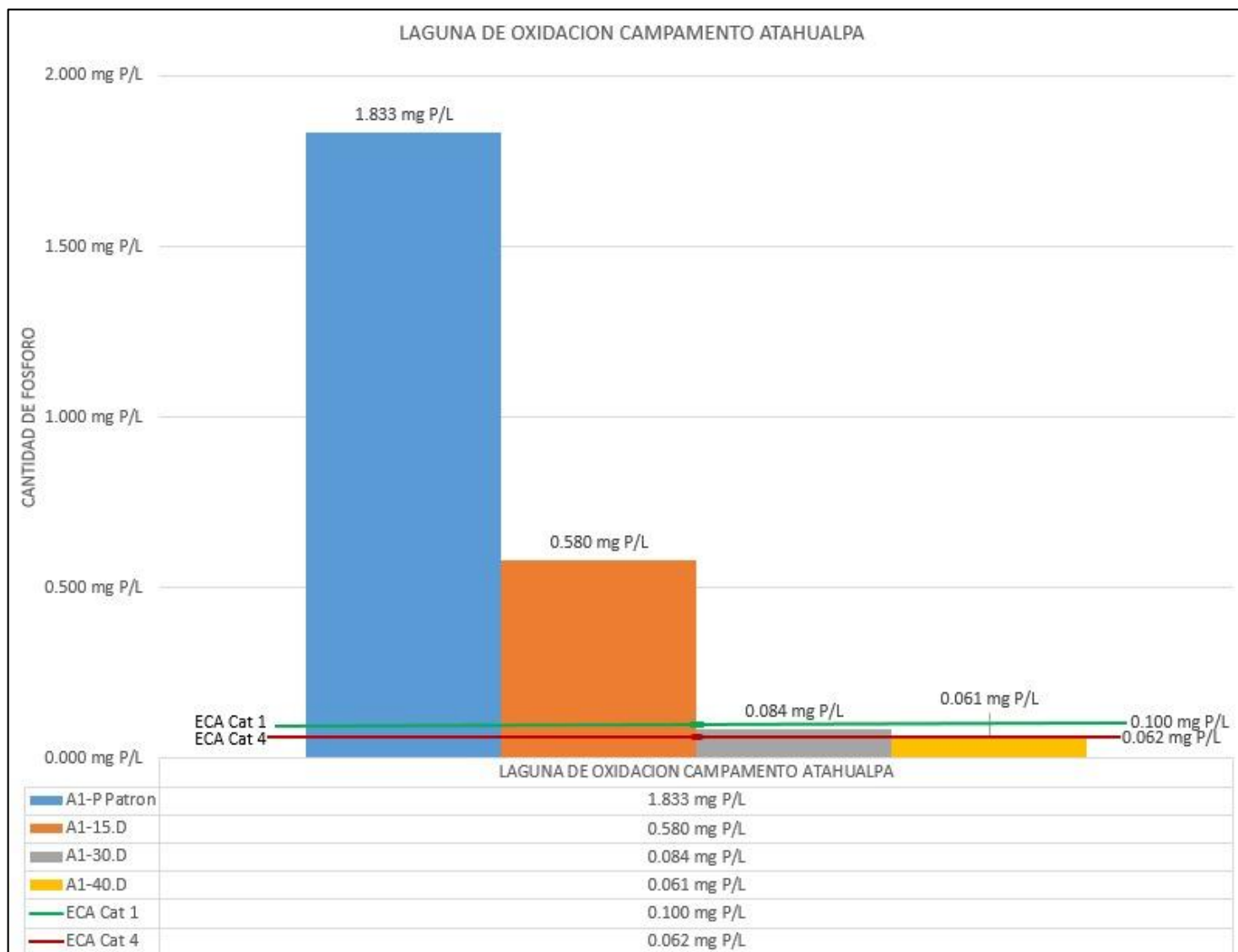
ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.061	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

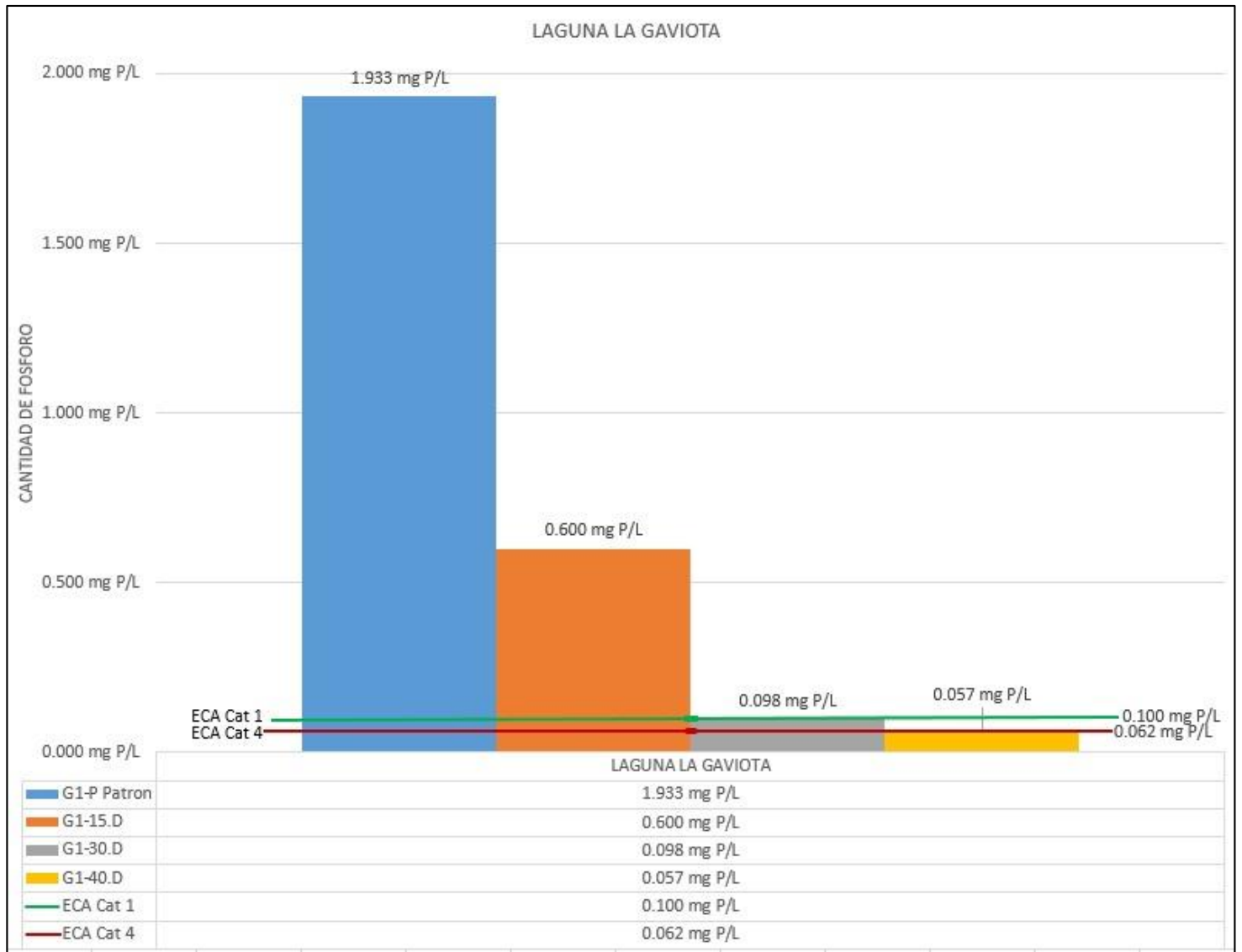
Tabla N° 08- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a los 40 días (G1-40D) en el punto laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1- 40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.057	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB



En el grafico N°01 se observa la cantidad inicial de fosforo total que tenemos como patrón de la muestra tomada de la laguna Campamento Atahualpa, teniendo una cantidad de 1.833 mg P/L que se tomaron de la muestra de los 120 litros, que a través de los días que está en el reactor logro disminuir hasta 0.061 mg P/L luego de 40 días de estar en



En el grafico N°02 se observa la cantidad inicial de fosforo total que tenemos como patrón de la muestra tomada en la laguna La Gaviota, teniendo una cantidad de 1.933 mg P/L que se tomaron de la muestra de los 120 litros, que a través de los días que está en el reactor logro disminuir hasta 0.057 mg P/L luego de 40 días de estar en reactor.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE PH.

RESULTADO DEL ANALISIS DE PH EN LAS PRUEBAS PATRON DE LA LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA Y LA GAVIOTA.

Tabla N° 09- resultado del ensayo de pH de la muestra patrón (A1-P) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	10.92	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Tabla N° 10- resultado del ensayo de pH de la muestra patrón (G1-P) en el punto la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	10.50	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

RESULTADO DEL ANALISIS DE LAS PRUEBAS A LOS 15 DIAS (15D) EN LA LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA Y LA GAVIOTA.

Tabla N° 11- resultado del ensayo de pH de la muestra a los 15 días (A1-15D) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	9.72	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Tabla N° 12- resultado del ensayo de pH de la muestra a los 15 días (G1-15D) en el punto laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	9.80	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

RESULTADO DEL ANALISIS DE LAS PRUEBAS A LOS 30 DIAS (30D) EN LA LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA Y LA GAVIOTA.

Tabla N° 13- resultado del ensayo de pH de la muestra a los 30 días (A1-30D) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.40	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

Tabla N° 14- resultado del ensayo de pH de la muestra a los 30 días (G1-30D) en el punto laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.20	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

RESULTADO DEL ANALISIS DE LAS PRUEBAS A LOS 40 DIAS (40D) EN LA LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA Y LA GAVIOTA.

Tabla N° 15- resultado del ensayo de pH de la muestra a los 40 días (A1-40D) en el punto campamento Atahualpa.

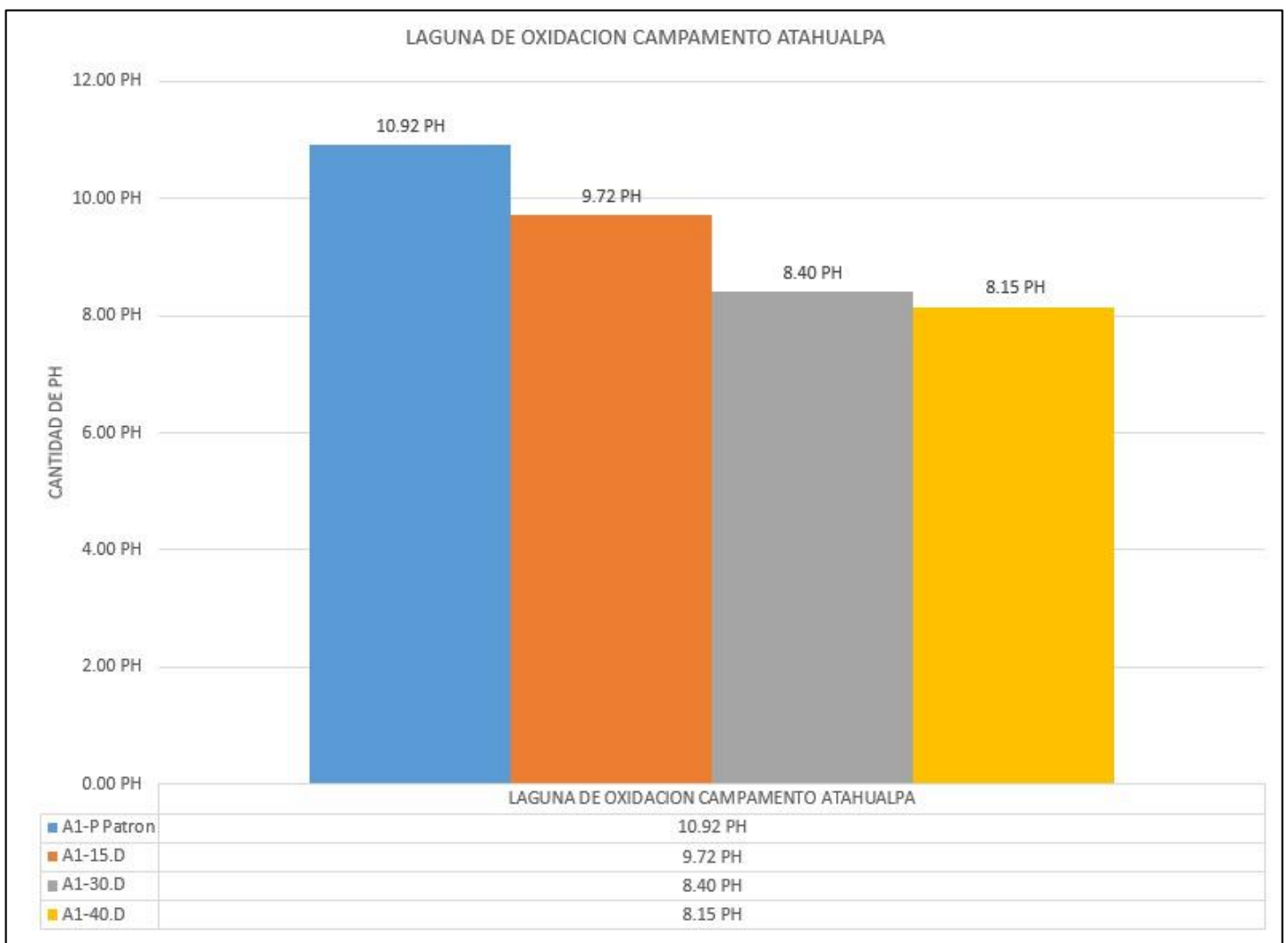
ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.15	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB

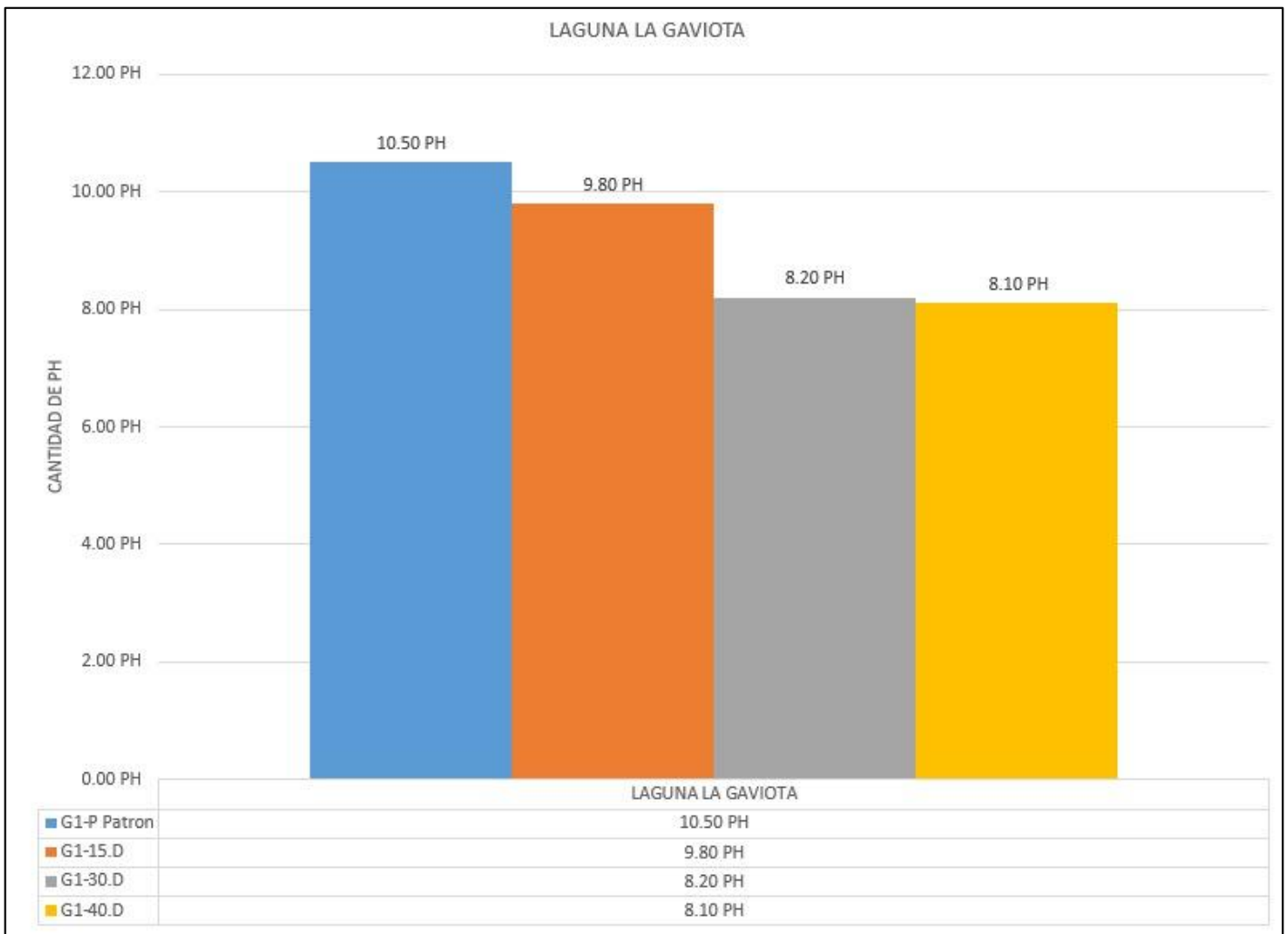
Tabla N° 16- resultado del ensayo de pH de la muestra a los 40 días (G1-40D) en el punto laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1- 40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.10	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB



En el grafico N°03 se observa la cantidad inicial de pH que tenemos como patrón de la muestra tomada de la laguna Campamento Atahualpa, teniendo una cantidad de 10.92 Unidad pH que se tomaron de la muestra de los 120 litros, que a través de los días que está en el reactor logra aumentar para convertirse en base con 8.15 Unidad pH luego de 40 días de estar en el reactor.



En el grafico N°04 se observa la cantidad inicial de pH que tenemos como patrón de la muestra tomada de la laguna La Gaviota, teniendo una cantidad de 10.50 Unidad pH que se tomaron de la muestra de los 120 litros, que a través de los días que está en el reactor logra aumentar para convertirse en base con 8.10 Unidad pH luego de 40 días de estar en el reactor.

RESULTADO DE COMPARACION DE PATRON VS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

Tabla N° 17- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (A1-P) en el punto campamento Atahualpa vs **ECA**.

COMPARACION A1-P VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
*PATRON - A1-P	Agua Residual	1.833	mg P/L
** ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM

Tabla N° 18- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (G1-P) en el punto la gaviota vs **ECA**.

COMPARACION G1-P VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
*PATRON - G1-P	Agua Residual	1.933	mg P/L
** ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM

RESULTADO DE COMPARACION DE 40 DIAS (40D) EN REACTOR VS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA).

Tabla N° 19- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a 40 días (A1- 40D) en el punto campamento Atahualpa vs **ECA**.

COMPARACION A1 - 40D VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
A1- 40D	Agua Residual	0.061	mg P/L
ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

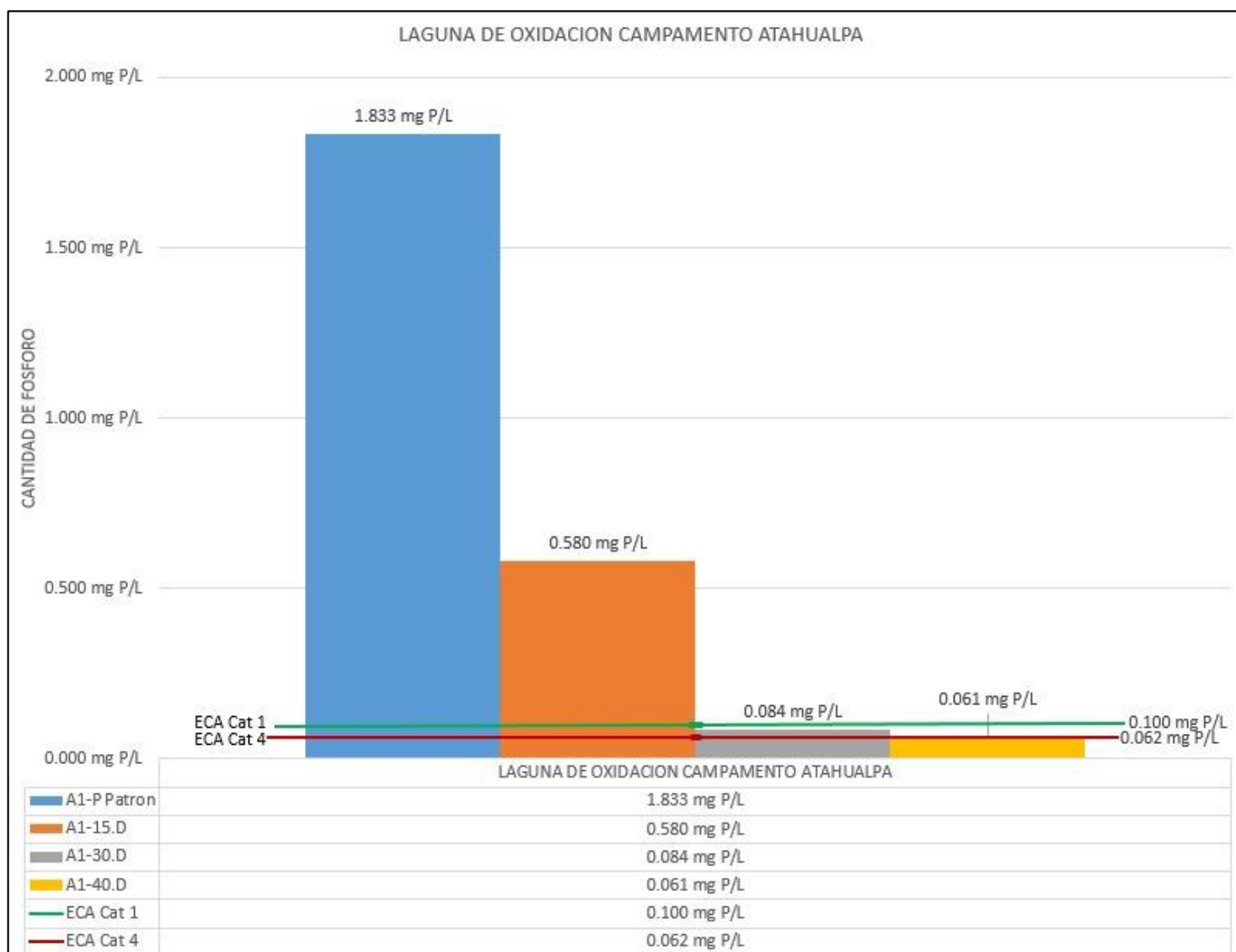
**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM

Tabla N° 20- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a 40 días (G1- 40D) EN EL PUNTO LAGUNA LA GAVIOTA vs **ECA**.

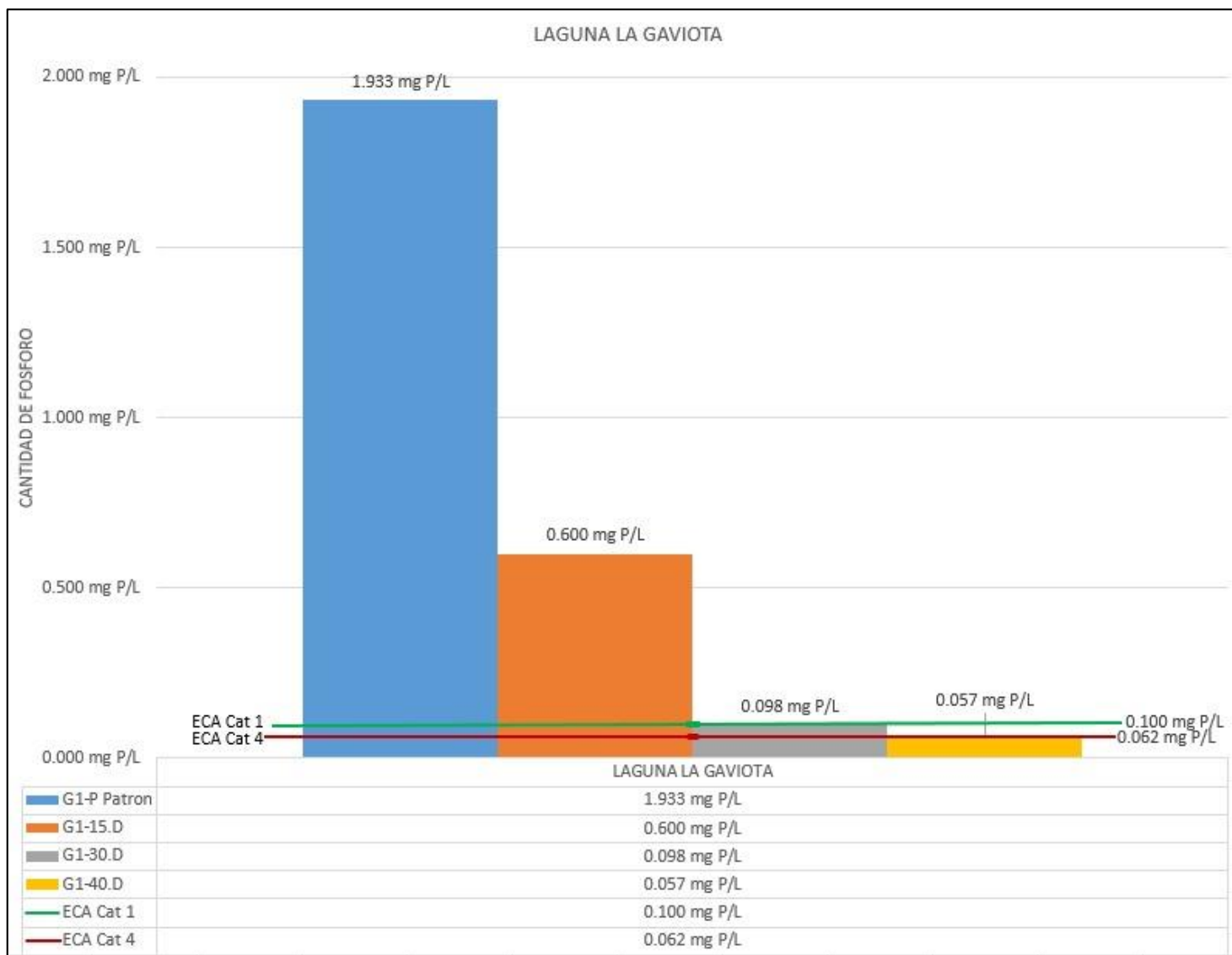
COMPARACION G1 - 40D VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
G1- 40D	Agua Residual	0.057	mg P/L
ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM



En el grafico N°05 se observa la cantidad inicial de fosforo que tenemos como patrón de la muestra tomada de la laguna Campamento Atahualpa, teniendo una cantidad de 1.833 mg P/L vs los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), teniendo en la Categoría 1 una cantidad de 0.100 mg P/L y en la Categoría 4 una cantidad de 0.062 mg P/L, teniendo como resultado final 0.061 mg P/L a los 40 días en el reactor, de donde podemos observar que entramos a los estándares de la categoría 1 y 4 del ECA.



En el grafico N°06 se observa la cantidad inicial de fosforo que tenemos como patrón de la muestra tomada de la laguna La Gaviota, teniendo una cantidad de 1.933 mg P/L vs los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), teniendo en la Categoría 1 una cantidad de 0.100 mg P/L y en la Categoría 4 una cantidad de 0.062 mg P/L, teniendo como resultado final 0.057 mg P/L a los 40 días en el reactor, de donde podemos observar que entramos a los estándares de la categoría 1 y 4 del ECA.

PORCENTAJE DE REMOCION DE FOSFORO DE LA EICHHORNIA CRASSIPES

- Porcentaje de remoción en campamento Atahualpa a los 15 días de estar en el reactor.

%Remocion =	$\frac{(Mi - Mf)}{Mi}$	x 100 %
%Remocion =	$\frac{(1.833 - 0.580)}{1.833}$	x 100 %
%Remocion =	68%	

De los datos obtenidos se obtiene que el efecto de remoción de la Eichhornia crassipes en un periodo de 15 días empleado 4 plantas es de **68%**.

- Porcentaje de remoción en campamento Atahualpa a los 30 días de estar en el reactor.

%Remocion =	$\frac{(Mi - Mf)}{Mi}$	x 100 %
%Remocion =	$\frac{(1.833 - 0.084)}{1.833}$	x 100 %
%Remocion =	95%	

De los datos obtenidos se obtiene que el efecto de remoción de la Eichhornia crassipes en un periodo de 30 días empleado 4 plantas es de **95%**.

- Porcentaje de remoción en campamento Atahualpa a los 40 días de estar en el reactor.

%Remocion =	$\frac{(Mi - Mf)}{Mi}$	x 100 %
%Remocion =	$\frac{(1.833 - 0.061)}{1.833}$	x 100 %
%Remocion =	97%	

De los datos obtenidos se obtiene que el efecto de remoción de la Eichhornia crassipes en un periodo de 40 días empleado 4 plantas es de **97%**.

- Porcentaje de remoción en laguna la gaviota a los 15 días de estar en el reactor.

%Remocion	(Mi - Mf)	x 100 %
=	Mi	
%Remocion	(1.933 - 0.600)	x 100 %
=	1.933	
%Remocion	69%	
=		

De los datos obtenidos se obtiene que el efecto de remoción de la Eichhornia crassipes en un periodo de 15 días empleado 4 plantas es de **69%**.

- Porcentaje de remoción en laguna la gaviota a los 30 días de estar en el reactor.

%Remocion	(Mi - Mf)	x 100 %
=	Mi	
%Remocion	(1.933 - 0.098)	x 100 %
=	1.933	
%Remocion	95%	
=		

De los datos obtenidos se obtiene que el efecto de remoción de la Eichhornia crassipes en un periodo de 30 días empleado 4 plantas es de **95%**.

- Porcentaje de remoción en laguna la gaviota a los 40 días de estar en el reactor.

%Remocion	(Mi - Mf)	x 100 %
=	Mi	
%Remocion	(1.933 - 0.057)	x 100 %
=	1.933	
%Remocion	97%	
=		

De los datos obtenidos se obtiene que el efecto de remoción de la Eichhornia crassipes en un periodo de 40 días empleado 4 plantas es de **97%**.

ANALISIS Y DISCUSION

En este capítulo se analiza y se discute los resultados obtenidos en los ensayos del laboratorio, con el objetivo de contrastar la hipótesis de trabajo presentada en el presente proyecto de investigación.

A continuación, los resultados obtenidos:

- Determinar la cantidad de fosforo total y pH que existe en las aguas residuales municipales en las lagunas de vertido La Gaviota y Campamento Atahualpa en el distrito de Nuevo Chimbote.

Tabla N° 01- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (A1-P) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	1.833	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Tabla N° 02- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (G1-P) en el punto la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	1.933	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Interpretación: De los resultados obtenidos en la tabla N° 01, podemos analizar que la muestra patrón fue de 1.833 mg P/L y de los resultados obtenidos en la tabla N° 02 obteniendo un patrón de 1.933 mg P/L, siendo esta claramente cantidades que no cumple con las Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) en la Categoría 1 (0.100 mg P/L) y Categoría 4 (0.062 mg P/L), entonces podemos decir que a partir de nuestra muestra patrón, podemos aplicar nuestro tema de investigación, en lo que se quiere demostrar que la *Eichhornia crassipes* puede hacer que nuestro patrón reduzca o se asemeje a un 80% en los índices de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA).

En la cual también podemos decir que la ubicaremos en las categorías mencionadas ya que como propósito es hacer que las aguas residuales municipales se vuelvan aguas que puedan ser potabilizadas con desinfección y también conservar ecosistemas marino costeras, ya que claramente estamos ubicados en una ciudad que limita con el mar (Océano Pacifico) y tiene que como desembocadura de sus sistemas de desagües termina en el mar.

Tabla N° 09- resultado del ensayo de pH de la muestra patrón (A1-P) en el punto campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	10.92	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Tabla N° 10- resultado del ensayo de pH de la muestra patrón (G1-P) en el punto la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	10.50	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Interpretación: De los resultados obtenidos en laboratorio en la tabla N° 03 que fueron 10.92 de pH, podemos decir que el pH de la Laguna Campamento Atahualpa y de los resultados obtenidos en la tabla N° 04 que fue de 10.50 de pH de la Laguna La Gaviota, se encuentran sobrecargadas de fosforo, ubicando así su pH en la categoría alcalino.

En la cual nos indica que la laguna de oxidación en donde están vertidas carece de métodos o instrumentos de tratamiento de los cuales hacen que estas aguas residuales municipales sean dirigidas hacia el mar, teniendo como consecuencia así la eutrofización en nuestra zona costera, claramente con más tiempo y a mayor cantidad de aguas vertidas más daño en todo el mar.

Para lo que se quiere realizar es que con el método de adsorción de la Eichhornia crassipes, pueda hacer que los pH de estas aguas se vuelvan y/o se asemejen a bajar su alcalinidad o volverlas neutras y emplearlas así en los propósitos mencionados.

- Verificar si las cantidades de fosforo de los puntos La Gaviota y Campamento Atahualpa cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA).

Tabla N° 17- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (A1-P) en el punto campamento Atahualpa vs **ECA**

COMPARACION A1-P VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
*PATRON - A1-P	Agua Residual	1.833	mg P/L
** ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM

Tabla N° 18- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra patrón (G1-P) en el punto la gaviota vs **ECA**.

COMPARACION G1-P VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
*PATRON - G1-P	Agua Residual	1.933	mg P/L
** ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM

Interpretación: De los resultados obtenidos en la tabla N° 05, podemos analizar que la muestra patrón fue de 1.833 mg P/L y de los resultados obtenidos en la tabla N° 06 obteniendo un patrón de 1.933 mg P/L, siendo esta claramente cantidades que no cumple con las Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) en la Categoría 1 (0.100 mg P/L) y Categoría 4 (0.062 mg P/L), entonces podemos decir que a partir de nuestra muestra patrón, podemos aplicar nuestro tema de investigación, en lo que se quiere demostrar que la *Eichhornia crassipes* puede hacer que nuestro patrón reduzca o llegue a los índices de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA).

- Determinar las cantidades de fosforo total, pH en las aguas residuales municipales de Nuevo Chimbote a 15, 30 y 40 días de estar en el reactor.

Tabla N° 21- resultado del ensayo fosforo totales a los 15, 30 y 40 días después de estar en el reactor de campamento Atahualpa.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	1.833	mg P/L
A1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.580	mg P/L
A1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.084	mg P/L
A1-40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.061	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Tabla N° 22- resultado del ensayo de pH a los 15, 30 y 40 días después de estar en el reactor de la laguna de campamento Atahualpa

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
A1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	10.92	Unidad pH
A1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	9.72	Unidad pH
A1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.40	Unidad pH
A1-40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.15	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Interpretación: De los resultados obtenidos en la tabla N° 21, podemos analizar que los resultados fueron con un impacto positivo, ya que según las cantidades de fósforos totales fueron disminuyendo de 1.833 mg P/L a 0.061 mg P/L, siendo esta claramente la cantidad que cumple con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) en la Categoría 1 (0.100 mg P/L) y Categoría 4 (0.062 mg P/L), entonces podemos decir que nuestra planta *Eichhornia crassipes* debido al proceso de la Bioadsorción y el intercambio iónico que emplea, si removió fosforo y llega a estabilizar el pH de las aguas residuales municipales de 10.92 a 8.15 unidad PH como nos muestra la tabla N°22.

Tabla N° 23- resultado del ensayo fosforo totales a los 15, 30 y 40 días después de estar en el reactor de la laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	1.933	mg P/L
G1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.600	mg P/L
G1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.098	mg P/L
G1- 40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	0.057	mg P/L

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Tabla N° 24- resultado del ensayo de pH a los 15, 30 y 40 días después de estar en el reactor de la laguna la gaviota.

ANALISIS DE PRUEBA PATRON						
Tipo de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
G1-P	Jueves, 20 de Diciembre del 2018	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	10.50	Unidad pH
G1-15 D	Jueves, 17 de Enero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	9.80	Unidad pH
G1-30 D	Viernes, 01 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.20	Unidad pH
G1- 40 D	Lunes, 11 de Febrero del 2019	07:00 a.m.	Agua Residual Municipal	24.9 °C	8.10	Unidad pH

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

Interpretación: De los resultados obtenidos en la tabla N° 23, podemos analizar que los resultados fueron con un impacto positivo, ya que según las cantidades de fósforos totales fueron disminuyendo de 1.933 mg P/L a 0.057 mg P/L, siendo esta claramente la cantidad que cumple con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) en la Categoría 1 (0.100 mg P/L) y Categoría 4 (0.062 mg P/L), entonces podemos decir que nuestra planta Eichhornia crassipes debido al proceso de la Bioadsorción y el intercambio iónico que emplea, si removió fosforo y llega a estabilizar el pH de las aguas residuales municipales de 10.50 a 8.10 unidad PH como nos muestra la tabla N°24.

- Verificar si la cantidad de fosforo total y medir la evotranspiracion obtenidas en los reactores después de 40 días cumplen con Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Tabla N° 19- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a 40 días (A1- 40D) en el punto campamento Atahualpa vs **ECA**.

COMPARACION A1 - 40D VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
A1- 40D	Agua Residual	0.061	mg P/L
ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM

Tabla N° 25- resultado de evotranspiracion a los 40 días (A1- 40D) en el punto campamento Atahualpa.

MEDICION DE EVOTRANSPIRACION					
NOMBRE	CANTIDAD INICIAL	DIAS	CANTIDAD FINAL	PORCENTAJE	Unidad
A1- 40D	120.00	40	80.60	67.00%	Lts

Fuente: Propia

Interpretación: De los resultados obtenidos en la tabla N° 19, podemos analizar que los resultados a los 40 días de estar en el reactor fueron de 0.061 mg P/L siendo un 97% de remoción, el cual nos indica que ahora nuestra agua residual si cumple con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) y en donde también se la evotranspiración en 120.00 litros iniciales, terminamos con una cantidad de 80.60 litros, en lo cual podemos decir que la *Eichhornia crassipes* de acuerdo a su mecanismo de Bioadsorcion se nutre de agua y de fosforo dejando así una cantidad de 80.60 litros (67%) de agua reutilizable, como nos muestra la tabla N°25.

Tabla N° 20- resultado del ensayo fosforo totales de la muestra a 40 días (G1- 40D) en el punto laguna la gaviota vs **ECA**.

COMPARACION G1 - 40D VS ECA			
META	Tipo de Agua	FOSFORO TOTAL	Unidad
G1- 40D	Agua Residual	0.057	mg P/L
ECA	CAT - 1	0.100	mg P/L
	CAT - 4	0.062	

*Fuente: Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A

**Fuente: DECRETO SUPREMO N° 04-2017 MINAM

Tabla N° 26- resultado de evotranspiracion a los 40 días (G1- 40D) en el punto laguna la gaviota.

MEDICION DE EVOTRANSPIRACION					
NOMBRE	CANTIDAD INICIAL	DIAS	CANTIDAD FINAL	PORCENTAJE	Unidad
G1- 40D	120.00	40	81.50	68.00%	Lts

Fuente: Propia

Interpretación: De los resultados obtenidos en la tabla N° 20, podemos analizar que los resultados a los 40 días de estar en el reactor fueron de 0.057 mg P/L siendo un 97% de remoción, el cual nos indica que ahora nuestra agua residual si cumple con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) y en donde también se la evotranspiración en 120.00 litros iniciales, terminamos con una cantidad de 81.50 litros, en lo cual podemos decir que la *Eichhornia crassipes* de acuerdo a su mecanismo de Bioadsorcion se nutre de agua y de fosforo dejando así una cantidad de 81.50 (68%) litros de agua reutilizable, como nos muestra la tabla N°26.

- Elaborar una propuesta de una laguna de oxidación para aguas residuales municipales.

Tabla N° 27– propuesta de laguna con capacidad de 10m³ en una relación de 10:01 a los 40 días de estar en reactor.

PROPUESTA DE LAGUNAS DE OXIDACION				
Días	Cantidad Inicial de agua residual	Numero de Plantas	Cantidad final de agua tratada	Relacion
40	120	12.00	80.60	10:01
40	240	24.00	161.20	10:01
40	480	48.00	322.40	10:01
40	960	96.00	644.80	10:01
40	1920	192.00	1289.60	10:01
40	3840	384.00	2579.20	10:01
40	7680	768.00	5158.40	10:01

Fuente: Cuadro Propuesta N° 01 – Relación 10:1

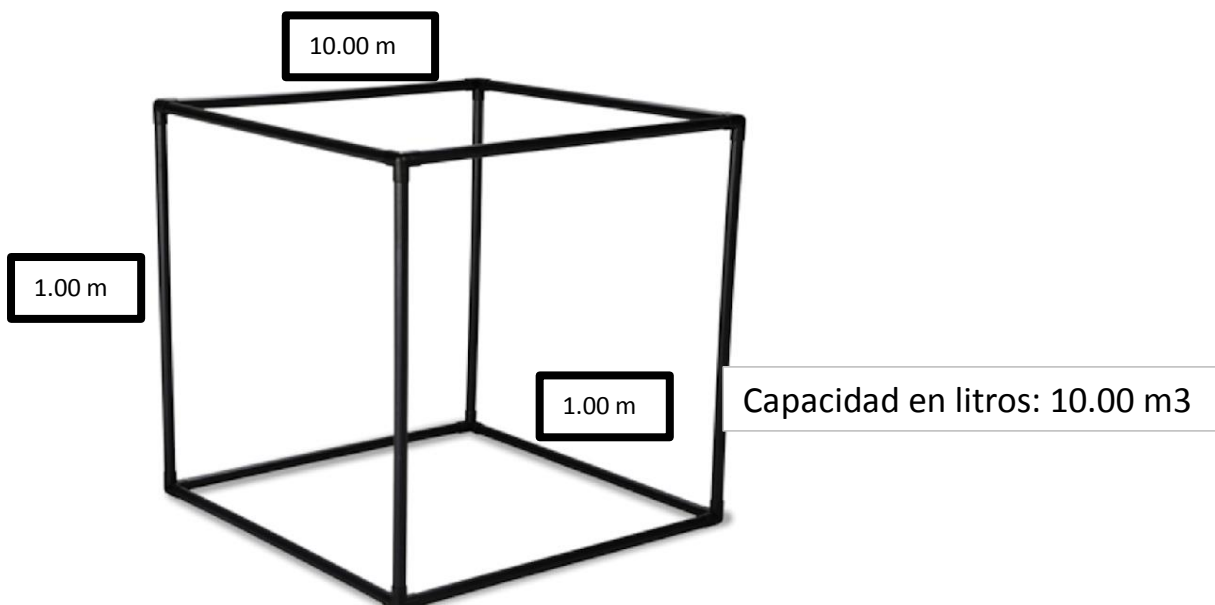
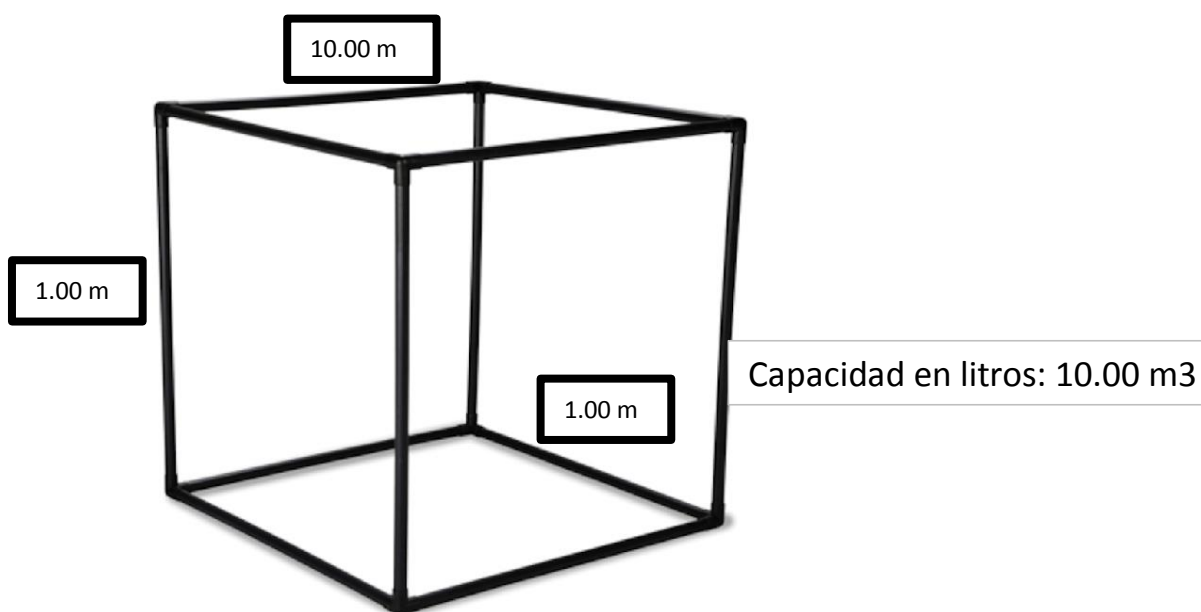


Tabla N° 28– propuesta de laguna con capacidad de 10m³ en una relación de 10:02 a los 20 días de estar en reactor.

PROPUESTA DE LAGUNAS DE OXIDACION				
Días	Cantidad Inicial de agua residual	Numero de Plantas	Cantidad final de agua tratada	Relacion
20	120	24.00	40.30	10:02
20	240	48.00	80.60	10:02
20	480	96.00	161.20	10:02
20	960	192.00	322.40	10:02
20	1920	384.00	644.80	10:02
20	3840	768.00	1289.60	10:02
20	7680	1536.00	2579.20	10:02

Fuente: Cuadro Propuesta N° 02 – Relación 10:2



CONCLUSIONES

- Las cantidades de fosforo totales que se encontraron en la Laguna de Campamento Atahualpa y La Gaviota fueron de 1.833 mg P/l y 1.933 mg P/l respectivamente, las unidades de pH que tenemos en la Laguna Campamento Atahualpa y La Gaviota fueron de 10.92 y 10.50 respectivamente, teniendo como meta hacer que esta se establezca y se vuelva menos alcalina.
- Las cantidades que se encontraron en los puntos de las Lagunas de Campamento Atahualpa y La Gaviota con 1.833 mg P/l y 1.933 mg P/l respectivamente, no cumplían con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental siendo los límites de 0.100 en la Categoría 1 y 0.062 en la Categoría 4.
- Las cantidades finales después de los 40 días de estar en el reactor en los puntos Campamento Atahualpa y Laguna La Gaviota fueron de 0.061 mg P/l y 0.057 mg P/l respectivamente.
- Según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), indican que en la Categoría 1 y Categoría 4 con 0.100 mg P/l y 0.062 mg P/l respectivamente, son los estándares en los que deben de estar las plantas de tratamiento para poder establecer las leyes y normas que cuidan nuestra biodiversidad, entonces teniendo como resultado que en nuestro proyecto de investigación que a los 40 días de estar en reactor la *Eichhornia Crassipes* en los puntos de Laguna Campamento Atahualpa fue de 0.061 mg P/l y en la Laguna La Gaviota fue de 0.057 mg P/l, resultando con un porcentaje de 97 % y 97 % en remoción de fosforo en las aguas residuales municipales de los puntos Campamento Atahualpa y La Gaviota respectivamente.
- Teniendo como patrón una cantidad de 120 litros de agua en cada reactor, la evotranspiracion fue de 80.60 litros en reactor de Campamento Atahualpa y 81.50 litros en reactor de Laguna La Gaviota, demostrando así que la *Eichhornia crassipes* en un ambiente controlado no se vuelve una invasora y dejándonos un 67% de litros de agua en Campamento Atahualpa y un 68% de litros de agua en Laguna La Gaviota.

RECOMENDACIONES

- La recolección de las muestras en las lagunas de aguas residuales, deben de ser con mayor cuidado debido a su alta exposición de contaminantes.
- Al realizar las tomas de muestras para laboratorio, utilizar los instrumentos recomendados ya que al momento de trasportar podría haber perdidas de líquidos y perdida de temperatura.
- Emplear el ambiente correcto para los reactores, no exponerlas directamente al sol pleno, cubrirlas con una semisombras debido a las altas temperaturas que se presenta ahora ya que se podría evo transpirar con mayor rapidez y como resultado dejar menos materia liquida.
- Tomar las muestras finales a los 40 días, ya que son los días máximos en los que puede estar expuesto la *Eichhornia crassipes* en aguas residuales, después de estos días la planta comenzara con una perdida brusca de color y mostrara deshidratación.
- Para tener mayor rapidez de remoción, se recomienda que se duplique el número de plantas intervenidas en los reactores, ya que según el proyecto de investigación fueron de 40 días en reactor con una relación de 10 litros por cada 01 planta (10:01), en caso mencionado se requiera acortar los días se tiene que duplicar el número de plantas volviéndose una relación de 10 litros por cada 02 plantas (10:02), esto también aplica en los resultados de PH.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me dio la oportunidad de dar un paso adelante en la realización de mi formación profesional.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Su tenacidad y lucha insaciable ha hecho de ellos el más grande ejemplo a seguir y destacar. Muchos de mis logros se los debo a ustedes, entre los que incluyo este.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguas residuales: cuidado el agua. (2016). Cuidoelagua.org. Retrieved 2016, from <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguasresiduales/aguasresiduales.html>
- Azevedo n., y acosta, g. (2010), "Manual de Hidráulica". Sexta edición. Harla, S. A. de C. V. México.
- Baroni, L., cenci, l., tettamanti, m., berati, m. (2007). «Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems». *European Journal of Clinical Nutrition* 61: 279-286.
- Bortolotto I. (2004). O uso do camalote, Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, Pontederiaceae para confecacao de artesanato no Distrito de Albuquerque Corumbá, MS, Brasil.
- Campos, D (2008). "Procesos del Ciclo Hidrológico". Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. Facultad de Ingeniería.
- Cárdenas, B., Revah, S., Martínez, A., & Gutiérrez, V. (2013). Tratamiento biológico de compuestos orgánicos volátiles de fuentes fijas (p. 37). México.
- Cubillos, A. (2008). "Parámetros y Características de las Aguas Residuales". Biblioteca Virtual en Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. Retrieved from http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643_09.pdf.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). (2014). Tratamiento de aguas residuales domésticas. Octubre 15, 2016, de Digesa Sitio web: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/Expedientes/Busquedas.asp>.
- INEGIFERTILIZER MANAGEMENT. (2014). El Fósforo en el suelo y las plantas. Noviembre 13, 2016 de FM Sitio web: <http://www.fertilizer.com/es/articles/phosphorus>
- García, Z. (2012). "Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas". Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- González Sánchez, G.G. (2011). Evaluación de la capacidad de remoción de cadmio con Eichhornia crassipes muerta (Tesis de titulación). Universidad Tecnológica de Querétaro, México.
- INEGI. (2011). Como resolver el problema de las aguas residuales en México. agosto 15, 2016, de Demaindeco Sitio web: <http://demaindeco.blogspot.pe/2011/05/como-resolver-el-problema-de-las-aguas.html> SUNASS, 2008.

- Juárez L. (2011). Cambios en la composición del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) debidos a su grado de madurez y a su transformación biotecnológica. México DF.
- LA AGENCIA SUIZA PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO (COSUDE). (2006). Formación y productores de biofiltración. Octubre 09, 2016, de Cosude Sitio web: <http://www.cooperacionsuizaenperu.org.pe/cosude>.
- Lallana, V.H. & L. A. Kieffer. (1988). Efecto del enriquecimiento de nutrientes en el crecimiento de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms – Laubach (camalote)". Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral 19(2): 183-199.
- Linddsey & Hirt. (2000). Water Hyacinth as a potencial biofuel crop. National Environmental Soud Production Agriculture Laboratory, Unversity of Georgia, Tifon, GA 31794, USA.
- Martelo, J., & Borrero, J. A. L. (2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte. *Ing Cienc*, 8,221–243.
- McCutcheon, J. (2009). "*Phytoremediation - Transformation and control of contaminants*". Dans Wiley-Interscience, New Jersey, USA, Pag 987.
- Metalf & Eddy (2008). Ingenieria de aguas residuales Volumen 1 pagina 97. McGraW-Hill.
- Pieterse, A. (2011). "*Aquatic Weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*". Oxford University Press, Oxford, UK, pag 174 177.
- Recio, F. (2005). "*Química Inorgánica*" Tercera edición. Mc Graw-Hill. México.
- Rodríguez C., Díaz M., Guerra L. & Hernández M. (2010). Acción Depuradora De Algunas Plantas Acuáticas Sobre Las Aguas Residuales. Centro de Investigaciones hidráulica. Instituto superior Politécnico "Jose A. Echeverría", La Habana, Cuba.
- Roldán Pérez, G. (2009). "*Desarrollo de la limnología en Colombia: cuatro décadas de avances progresivos*". *Actual Biol*, 31(91), 227–237.
- Romero, J (2007). "*Lagunas de estabilización de aguas residuales*". Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia.

- Silva, H., Camargo, A., Pezzato, M. (2008) “*Growth of freefloating aquatic macrophytes in different concentrations of nutrients Hidrobiología*”. Pag 153–160.
- Walstad, D. (2010). “*Plantas acuáticas y filtración biológica*”. México. Pag 4-8.

APENDICE Y ANEXOS

Anexo 01: Panel fotográfico de recolección de *Eichhornia crassipes*.



Fotografía 01: Llegada a Cascajal - Casuarinas y reconocimiento de Jacinto de Agua en pozos.



Fotografía 02: Seleccionando plantas de Jacinto de agua.

Anexo 02: Panel fotográfico de recolección de aguas residuales en laguna campamento Atahualpa.



Fotografía 03 y 04: Reconocimiento y recolección de 120 litros de agua de Laguna Campamento Atahualpa.

Anexo 03: Panel fotográfico de recolección de aguas residuales en laguna la gaviota.



Fotografía 05 y 06: Reconocimiento y recolección de 120 litros de agua de Laguna La Gaviota.

Anexo 04: Panel fotográfico de recipientes (reactores y de muestreo)



Fotografía 07: 03 Recipiente con capacidad de 40 litros cada una, conformando en su totalidad 120 litros de agua de Laguna Campamento Atahualpa.



Fotografía 08: 03 Recipiente con capacidad de 40 litros cada una, conformando en su totalidad 120 litros de agua de Laguna La Gaviota.

Anexo 05: Panel fotográfico de muestreo de patrones.



Fotografía 09,10 y 11: Recipientes de muestreo para patrón en Laguna Campamento Atahualpa y Laguna La Gaviota con capacidad de 250 ml cada una.



Fotografía 12: Recipientes de muestreo patrón en Laguna Campamento Atahualpa (A1-P) con capacidad de 250 ml enviada a SEDALIB S.A.



Fotografía 13: Recipientes de muestreo patrón en Laguna La Gaviota (G1-P) con capacidad de 250 ml enviada a SEDALIB S.A.



Fotografía 14: 03 Recipientes de 40 litros cada una de agua de Laguna Campamento Atahualpa.



Fotografía 15: 03 Recipientes de 40 litros cada una de agua de Laguna La Gaviota.

Anexo 06: Panel fotográfico de colocación de plantas seleccionadas en reactores.



Fotografía 16: Selección de muestras e incorporación de *Eichhornia crassipes* a los reactores.

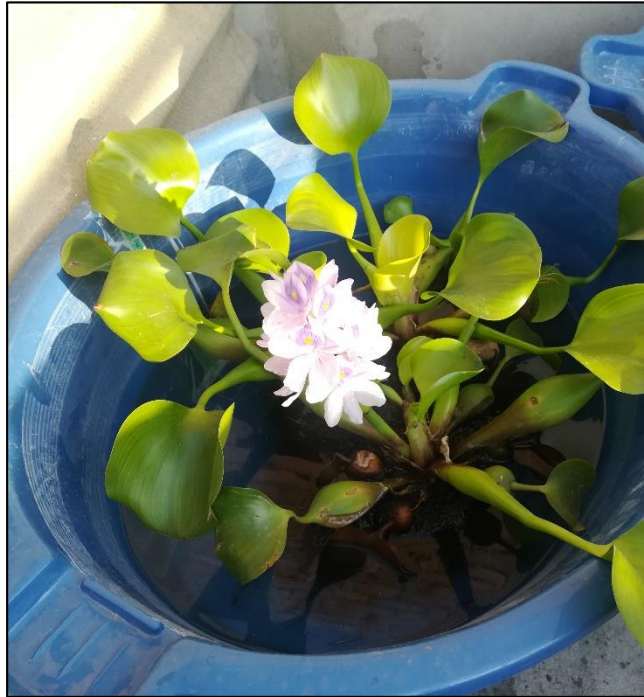


Fotografía 17: Colocación de *Eichhornia crassipes* en agua de Laguna de Campamento Atahualpa.
.CAPACIDAD DE RECIPIENTES: 41 LITROS
. CAPACIDAD UTILIZADA: 40 LITROS
. NUMERO DE PLANTAS POR RECIPIENTE: 4



Fotografía 19: Finalización de colocación de Jacinto de agua en reactores completos con cargas correspondientes.

Anexo 07: Panel fotográfico de reactores a los 40 días.



Fotografía 20: Para antes de los 40 días en el reactor de Laguna La Gaviota, se mostró la flor del lirio, lo cual nos dio muestra de que estaba en función como también notamos la variación de color de sus hojas.



Fotografía 21: Para antes de los 40 días en el reactor de Campamento Atahualpa, se mostró la flor del lirio, lo cual nos dio muestra de que estaba en función como también notamos la variación de color de sus hojas.



INFORME DE ENSAYO

IE01218078

Identificación del Cliente

Cliente:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Dirección:	JR. INCA GARCILAZO DE LA VEGA
Ensayo solicitado por:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Email:	valladareeie@gmail.com
Teléfono:	087870343	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del punto de muestreo o procedencia		SANTA/CHIMBOTE/ANCASH
Tipo de muestra	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra
Tipo de toma de muestra	MANUAL	
Responsable del muestreo	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES (CUENTE)	LAS MUESTRAS PARA PH, DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE 25°C. PARA FOSFORO TOTAL DEBEN SER PRESERVADAS CON H ₂ SO ₄ A PH < 2.

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	20 de Diciembre 2018	Inicio de Análisis:	21 de Diciembre 2018
Responsable de la recepción:	YESSENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	22 de Diciembre 2018
Numero de orden de Trabajo:	OTO1218078	Emisión de informe:	22 de Diciembre 2018
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp: 24.9 °C Hume.: 52 %

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:
LAS MUESTRAS LLEGARON EN DOS ENVASES PLASTICOS DE 250 ML.

Objetivo de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-H+b. 23rd Ed. 2017 Ph Value. Electrometric Method
FOSFORO TOTAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-P B (Item 5) y E. 23rd Ed. 2017 Phosphorus. Sample Preparation (Persulfate Digestion Method). Ascorbic Acid Method



Av. Federico Villarreal N° 1300 –Urb. Semi Rustica El bosque – Trujillo
 Telef.: 044-482351 – 044-482335 / Ext. 317
aaraujo@sedalib.com.pe * ycastellanos@sedalib.com.pe

Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO
IE01218078
RESULTADOS ANALITICOS
ENSAYOS FISICOQUIMICOS

Código Cliente	G1- P	A1- P	
Código de Laboratorio	01218078001	01218078002	
Tipo de Matriz	Agua residual	Agua residual	
Descripción	LAGUNA DE OXIDACIÓN LA GAVIOTA	LAGUNA DE OXIDACIÓN CAMPAMENTO ATAHUALPA	
Fecha de muestreo	20/12/2018	20/12/2018	
Hora de muestreo	07:00	07:00	
Temperatura de muestreo (C°)	Ambiental	-	-
	Agua	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	RESULTADOS
FOSFORO TOTAL	Mg P/L	0.06	1.933 1.833
pH	Unidad de pH	-	10.50 10.52

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC – SEDALIB S. A., 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.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin autorización por escrito del LCC – SEDALIB S.A., su autenticación será válida solo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseará efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservan en el LCC – SEDALIB S.A., y durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.


Armando Araujo Jimenez
 DIRECTOR DEL LABORATORIO DE SEDALIB S.A.

Director del LCC- SEDALIB S.A

Anexo 09: Resultados de análisis a los 15 días de estar en reactor en laguna campamento Atahualpa y laguna la gaviota.



INFORME DE ENSAYO IE01218198

Identificación del Cliente

Cliente:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Dirección:	JR. INCA GARCILAZO DE LA VEGA
Ensayo solicitado por:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Email:	valladaresle@gmail.com
Teléfono:	987870343	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del punto de muestreo o procedencia	SANTA/CHIMBOTE/ANCASH		
Tipo de muestra	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra	
Tipo de toma de muestra	MANUAL		
Responsable del muestreo	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES (CLIENTE)	LAS MUESTRAS PARA PH, DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE 4°C. PARA FOSFORO TOTAL DEBEN SER PRESERVADAS CON H ₂ SO ₄ A PH : 2.	

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	17 de Enero del 2019	Inicio de Análisis:	18 de Enero del 2019
Responsable de la recepción:	YESENA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	24 de Enero del 2019
Numero de orden de Trabajo:	OTO1218198	Emisión de Informe:	24 de Enero del 2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp: 24.9 °C Hume: 52 %

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:

LAS MUESTRAS LLEGARON EN DOS ENVASES PLASTICOS DE 250 ML.

Objetivo de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-H+b. 23rd Ed. 2017 Ph Value. Electrometric. Method
FOSFORO TOTAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-P B (Item 5) y E. 23rd Ed. 2017 Phosphorus. Sample Preparation (Persulfate Digestion Method). Ascorbic Acid Method



INFORME DE ENSAYO
IE01218198

RESULTADOS ANALITICOS

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

Código Cliente		G1- 150	A1- 150
Código de Laboratorio		01218198001	01218198002
Tipo de Matriz		Agua residual	Agua residual
Descripción		LAGUNA DE OXIDACION LA GAVIOTA	LAGUNA DE OXIDACION CAMPAMENTO ATAHUALPA
Fecha de muestreo		17/01/2019	17/01/2019
Hora de muestreo		07:00	07:00
Temperatura de muestreo (C°)	Ambiental	-	-
	Agua	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	RESULTADOS
FOSFORO TOTAL	Mg P/L	0.06	0.600 0.580
pH	Unidad de pH	-	9.80 9.72

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC – SEDALIB S. A., 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.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin autorización por escrito del LCC – SEDALIB S.A., su autenticación será válida solo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseará efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservan en el LCC – SEDALIB S.A., y durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.


Armando Arzujo Jimenez
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 DE SEDALIB S.A.

Director del LCC- SEDALIB S.A

Anexo 10: Resultados de análisis a los 30 días de estar en reactor en laguna campamento Atahualpa y laguna la gaviota.



INFORME DE ENSAYO

IE01218214

Identificación del Cliente

Cliente:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Dirección:	JR. INCA GARCILAZO DE LA VEGA
Ensayo solicitado por:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Email:	valladarestle@gmail.com
Teléfono:	987870343	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del punto de muestreo o procedencia	SANTA, CHIMBOTE/ANCASH
Tipo de muestra	SIMPLE Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra
Tipo de toma de muestra	MANUAL
Responsable del muestreo	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES (CLIENTE) <small>LAS MUESTRAS PARA PH, DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE 4°C. PARA FOSFORO TOTAL DEBEN SER PRESERVADAS CON H₂SO₄ A PH = 2.</small>

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	01 de Febrero del 2019	Inicio de Análisis:	02 de Febrero del 2019
Responsable de la recepción:	YESENA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	08 de Febrero del 2019
Numero de orden de Trabajo:	OTO1218214	Emisión de Informe:	08 de Febrero del 2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp: 24.9 °C Hume.: 52 %

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:

LAS MUESTRAS LLEGARON EN DOS ENVASES PLASTICOS DE 250 ML.

Objetivo de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-H+b. 23rd Ed. 2017 Ph Value. Electrometric. Method
FOSFORO TOTAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-P B (Item 5) y E. 23rd Ed. 2017 Phosphorus. Sample Preparation (Persulfate Digestion Method). Ascorbic Acid Method



Av. Federico Villaresal N° 1300 –Urb. Semi Rustica El bosque – Trujillo
 Telef.: 044-482331 – 044-482335 / Ext. 317
saraujo@sedalib.com.pe * ycastellanos@sedalib.com.pe

Página 1 de 2


INFORME DE ENSAYO
IE01218214
RESULTADOS ANALITICOS
ENSAYOS FISICOQUIMICOS

Código Cliente		G1- 30D	A1- 30D
Código de Laboratorio		01218214001	01218214002
Tipo de Matriz		Agua residual	Agua residual
Descripción		LAGUNA DE OXIDACIÓN LA GAVOTA	LAGUNA DE OXIDACIÓN CAMPAMENTO ATAHUALPA
Fecha de muestreo		01/02/2019	01/02/2019
Hora de muestreo		07:00	07:00
Temperatura de muestreo (C°)	Ambiental	-	-
	Agua	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	RESULTADOS
FOSFORO TOTAL	Mg P/L	0.06	0.098 0.084
pH	Unidad de pH	-	8.20 8.40

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC – SEDALIB S. A., 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.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin autorización por escrito del LCC – SEDALIB S.A., su autenticación será válida solo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseará efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservan en el LCC – SEDALIB S.A., y durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.


 Armando Araujo Jimenez
 DIRECTOR DEL LABORATORIO DE SEDALIB S.A.

Director del LCC- SEDALIB S.A.

Anexo 11: Resultados de análisis a los 40 días de estar en reactor en laguna campamento Atahualpa y laguna la gaviota.



INFORME DE ENSAYO

IE01218306

Identificación del Cliente

Cliente:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Dirección:	JRL INCA GARCILAZO DE LA VEGA
Ensayo solicitado por:	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES	Email:	valladareste@gmail.com
Teléfono:	987870343	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del punto de muestreo o procedencia		SANTA/CHIMBOTE/ANCASH
Tipo de muestra	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra
Tipo de toma de muestra	MANUAL	
Responsable del muestreo	LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES (CLIENTE)	LAS MUESTRAS PARA PH, DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE 25°C. PARA FOSFORO TOTAL DEBEN SER PRESERVADAS CON H ₂ SO ₄ A PH = 2.

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	11 de Febrero del 2019	Inicio de Análisis:	12 de Febrero del 2019
Responsable de la recepción:	YESENA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	18 de Febrero del 2019
Numero de orden de Trabajo:	OTO1218306	Emisión de Informe:	18 de Febrero del 2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp: 24.9 °C Hume: 52 %

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:

LAS MUESTRAS LLEGARON EN DOS ENVASES PLASTICOS DE 250 ML.

Objetivo de petición de los ensayos	Norma de Referencia
Tipo de Ensayo	
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-H+b. 23rd Ed. 2017 Ph Value. Electrometric. Method
FOSFORO TOTAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part.4500-P B (Item 5) y E. 23rd Ed. 2017 Phosphorus. Sample Preparation (Persulfate Digestion Method). Ascorbic Acid Method



Av. Federico Villarreal N° 1300 – Urb. Semi Rustica El bosque – Trujillo
 Telef.: 044-482351 – 044-482335 / Ext. 317
asraujo@sedalib.com.pe * ycastellanos@sedalib.com.pe

Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO
IE01218306
RESULTADOS ANALITICOS
ENSAYOS FISICOQUIMICOS

Código Cliente	G1- 30D	A1- 30D	
Código de Laboratorio	01218306001	01218306002	
Tipo de Matriz	Agua residual	Agua residual	
Descripción	LAGUNA DE OXIDACIÓN LA GAVOTA	LAGUNA DE OXIDACIÓN CAMPAMENTO ATAHUALPA	
Fecha de muestreo	11/02/2019	11/02/2019	
Hora de muestreo	07:00	07:00	
Temperatura de muestreo (C°)	Ambiental	-	-
	Agua	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	RESULTADOS
FOSFORO TOTAL	Mg P/L	0.06	0.057 0.061
pH	Unidad de pH	-	8.10 8.15

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC – SEDALIB S. A., 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.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin autorización por escrito del LCC – SEDALIB S.A., su autenticación será válida solo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseará efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservan en el LCC – SEDALIB S.A., y durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un período máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación que, en su caso, deseará efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.


Armando Araujo Jimenez
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 DE SEDALIB SA

Director del LCC- SEDALIB S.A

Anexo 12: Parámetros de estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua.

TABLA N° 01.- PARÁMETROS Y VALORES CONSOLIDADOS.				
CATEGORÍA 1 - A				
PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Físicos - Químicos				
Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	260	260	260
Color (p)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(uS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de origen antropogénico.		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico

CATEGORIA 4

		CATEGORÍA 4				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasa (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Total	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(uS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ -)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4	0,55
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	30

Anexo 13: Solicitud para realizar recolección de patrones – Seda Chimbote

SEDACHIMBOTE S.A. SERVICIOS GENERALES TRAMITE DOCUMENTARIO	
06 NOV 2018	AFD.
RECIBIDO	
N° Reg. 4823	Hora:

AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Chimbote, 06 de noviembre del 2018

SEÑOR:

JUAN ANDRES BUSTAMANTE ENCINA
GERENTE GENERAL DE SEDACHIMBOTE

Asunto: Solicito toma de muestra de aguas residuales de La Gaviota y Campamento Atahualpa con fines académicos.

Yo, **LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES**, identificado con **DNI 70537283**, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro, me dirijo a Ud. Para saludarlo y a la vez expresarle lo siguiente:


Que estoy realizando un proyecto de investigación sobre el tratamiento de aguas residuales domésticas cuyo título es "REMOCION DE FOSFORO EMPLEANDO LA "EICHHORNIA CRASSIPES" JACINTO DE AGUA EN AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES". Por el cual necesito hacer tomas de muestras de sus aguas residuales La Gaviota y Campamento Atahualpa en el distrito de Nuevo Chimbote, para poder continuar con el proyecto ya mencionado. Cabe mencionar que el proyecto de investigación es netamente tema académico.

Por lo tanto:

Suplico a Ud. Señor Gerente, acceder a mi solicitud.

Agradeciéndole anticipadamente por su ayuda, aprovecho la oportunidad para testimoniarle mi consideración y afecto.

Atentamente.



LUIS ENRIQUE VALLADARES TELLES
DNI 70537283

7-11-(TECN)
327430

Anexo 14: Cronograma de toma de muestras y análisis de laboratorio

