

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



**Nivel de remoción de nitratos y fosfatos empleando la pista
stratiotes “Lechuguita de agua” en aguas residuales Municipales en
el distrito de Nuevo Chimbote**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Huamanchumo Rodriguez, Freddy Jair

Asesor

Salazar Sanchez, Dante Orlando

Código Orcid: 0000-0003-2710-3416

Chimbote – Perú

2023

ÍNDICE

Índice general.....	I
Índice de tablas.....	II
índice de figuras.....	IV
Palabras Clave.....	VI
Constancia de originalidad.....	VII
Título.....	VIII
Resumen.....	IX
Abstract.....	X
Introducción.....	1
Metodología.....	38
Resultados.....	42
Análisis y Discusión.....	66
Conclusiones.....	68
Recomendaciones.....	70
Referencias bibliográficas.....	72
Anexos.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha Técnica de Pistia Stratiotes.....	27
Tabla 2. Resultado del ensayo fósforos totales de la muestra patrón p-1 en el punto laguna la gaviota.....	43
Tabla 3. Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra Patrón P-1 en el Punto Campamento Atahualpa.....	43
Tabla 4. Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 01L en el Punto Laguna La Gaviota a los 15 días en el reactor.....	43
Tabla 5. Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 02L en el Punto Campamento Atahualpa a los 15 días en el reactor.....	44
Tabla 6. Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 03L en el en el Punto Laguna La Gaviota a los a los 30 días en el reactor.....	44
Tabla 7. Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 30 días en el reactor.....	44
Tabla 8. Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 05L en el Punto Laguna La Gaviota a los a los 40 días en el reactor.....	44
Tabla 9. Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 06L en el Punto Campamento Atahualpa a los 40 días en el reactor.....	45
Tabla 10. Resultado del Ensayo de Nitratos totales muestra Patrón P-1 en el Punto Laguna La Gaviota.....	46
Tabla 11. Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra Patrón P-1 en el Punto Campamento Atahualpa.....	47
Tabla 12. Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 01L el Punto Laguna La Gaviota a los 15 días en el reactor.....	47

Tabla 13. Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 02L en el Punto Campamento Atahualpa a los 15 días en el reactor.....	47
Tabla 14. Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 03L en el Punto Laguna La Gaviota a los 30 días en el reactor.....	48
Tabla 15. Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 30 días en el reactor.....	48
Tabla 16. Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 05L en el Punto Laguna La Gaviota a los 40 días en el reactor.....	48
Tabla 17. Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 40 días en el reactor.....	48
Tabla 18. Resultado del Ensayo de pH de la muestra del Patron P-1 en el Punto Laguna La Gaviota.....	50
Tabla 19. Resultado del Ensayo de pH de la muestra del Patrón P-1 en el Punto Laguna Campamento Atahualpa.....	50
Tabla 20. Resultado del Ensayo de pH de la muestra del reactor 01L en el Punto Laguna La Gaviota a los 15 días en el reactor.....	50
Tabla 21. Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 02L en el Punto Campamento Atahualpa a los 15 días en el reactor.....	51
Tabla 22. Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 03L en el Punto Laguna La Gaviota a los 30 días en el reactor.....	51
Tabla 23. Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 30 días en el reactor.....	51
Tabla 24. Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 05L en el Punto Laguna La Gaviota a los 40 días en el reactor.....	52
Tabla 25. Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 06L en el Punto Campamento Atahualpa a los 40 días en el reactor.....	5

INDICE DE FIGURA

Figura 1 PARTES DE LA PISTIA STRATIOTES.....	29
Figura 2 Tipo de Fitorremediación.....	32
Figura 3 representación de adsorbato y adsorbente.....	32
Figura 4. Cantidad de fosfato en la laguna La Gaviota.....	45
Figura 5. Cantidad de fosfatos en la Laguna Campamento Atahualpa.....	46
Figura 6. Cantidad de nitratos en la Laguna La Gaviota.....	49
Figura 7. Cantidad de nitratos en la Laguna Campamento Atahualpa.....	49
Figura 8. Cantidad de pH en la Laguna La Gaviota.....	52
Figura 9. Cantidad de pH en Laguna Campamento Atahualpa.....	53
Figura 10. Porcentaje de remoción de Fosfato en la Laguna La Gaviota.....	56
Figura 11. Porcentaje de Remoción de Fosfato en la Laguna Campamento Atahualpa.....	57
Figura 12. Porcentaje de remoción de Fosfatos en la Laguna La Gaviota y Campamento Atahualpa.....	58
Figura 13. Porcentaje de remoción de nitratos de la Laguna La Gaviota.....	62
Figura 14. Porcentaje de Remoción de Nitratos en la Laguna Campamento Atahualpa.....	63
Figura 15. Porcentaje de Remoción de Nitratos en la Laguna La Gaviota y Campamento Atahualpa.....	64
Figura 16 Punto de Captación de la muestra Laguna La Gaviota, Las Brisas- El Dorado.....	75

Figura 17 Punto de Captación de la Muestra Laguna Campamento Atahualpa.	76
Figura 18 Planta Pistia stratiotes.....	77
Figura 19 Reactores 1L y 03L- Laguna La Gaviota.....	78
Figura 20 Reactores 1L, 03L y 5L - Laguna La Gaviota ; Reactores 2L, 04L y 6L Laguna Campamento Atahualpa respectivamente.....	79
Figura 21 Recipientes de 250 ml, guantes de latex y mascarilla bucal.....	80
Figura 22 Recolección de las muestras de los reactores.....	80

PALABRAS CLAVES

Tema	Biofiltración
Especialidad	Estructuras Hidraulicas

KEY WORD

Topic	“Biofiltration”
Specialization	“Hydraulic Structures”

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de investigación	
Área	Ingeniería
Subarea	Ingeniería y Tecnología
Disciplina	Ingeniería Civil

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Nivel de remoción de nitratos y fosfatos empleando la pistia stratiotes "Lechuguita de agua" en aguas residuales Municipales en el distrito de Nuevo Chimbote**" del (a) estudiante: **HUAMANCHUMO RODRIGUEZ FREDDY JAIR**, identificado(a) con Código N°**1111100463**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **24%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 06 de septiembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN

TITULO:

“Nivel de remoción de nitratos y fosfatos empleando la pistia stratiotes
“Lechuguita de agua” en aguas residuales municipales en el Distrito de
Nuevo Chimbote”

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo la remoción de nitratos y fosfatos de la *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del Distrito de Nuevo Chimbote. Es una investigación aplicada y demostrativa, de diseño experimental. Se elaboró recipientes en la cual estará la *Pistia stratiotes*, La prueba que se realizará es: Cantidad de Fosfatos, Cantidad de Nitratos y pH.

El sistema consistió en seis recipientes Since Friday is the day with the maximum concentration of these nutrients, wastewater from two wastewater discharge points in the Nuevo Chimbote district was provided to, which will be evaluated for total phosphorus., nitratos y pH, éstas sirvieron como patrón, en los siguientes dos recipientes hubieron 6 plantas acuáticas flotadoras *Pistia stratiotes* de iguales dimensiones y 60 lt de agua residual que fueron evaluados a los 15 días, 30 y 40 días. La *Pistia stratiotes* La adsorción, que consiste en trasladar el agua del suelo a la raíz, donde también se absorben los nutrientes, es su principal característica. (fosfatos y nitratos).

La importancia de esta investigación fue conocer la remoción de nitratos y fosfatos de la *Pistia stratiotes* en aguas residuales, como alternativa de tratamientos de aguas residuales beneficiando al Distrito de Nuevo Chimbote y a su vez a nuestra carrera Ingeniería Civil.

ABSTRACT

The objective of this research project is the removal of nitrates and phosphates from the Pistia stratiotes in domestic wastewater from the District of Nuevo Chimbote. It is an applied and demonstrative research, of experimental design. The containers will be elaborated in which the Pistia stratiotes will be, The test that will be realized is: Quantity of Phosphates, Quantity of Nitrates and pH.

The system will consist of six containers of which will be supplied with sewage collected Since Friday is the day with the highest concentration of these nutrients from which the test of total matches, nitrates, and pH will serve as a standard, at two wastewater discharge locations in the Nuevo Chimbote region, six aquatic float plants will be placed in the following two containers. Pistia stratiotes of equal dimensions and 60 lt of residual water that will be evaluated at 15 days, 30 and 40 days. The main property of Pistia stratiotes, from which nutrients (phosphates and nitrates) are also absorbed.

The importance of this research is to know the removal of nitrates and phosphates from the Pistia stratiotes in wastewater, for a future use as an alternative of wastewater treatment benefiting the District of Nuevo Chimbote and in turn to our Civil Engineering career.

INTRODUCCION

De los antecedentes se pudo obtener estos trabajos que son relevantes a la investigación, como el trabajo de investigación de **Chupán, J. (2014)**, determina Efectividad de la lechuga de agua Se eliminan fosfatos, nitratos y amonio de las aguas residuales domésticas de la urbanización La Gloria en el distrito de Ate en Lima utilizando pistia stratiotes. Luego de la extracción de las aguas residuales para lo cual se utilizó una muestra de 200 litros de aguas residuales domésticas, se realizaron análisis in situ y de laboratorio, para luego realizar un pretratamiento de 15 días a fin de climatizar a las plantas.

El experimento, que duró 21 días, examinó la eficacia de Pistia stratiotes en la eliminación de fosfatos, nitratos y amonio. Los resultados mostraron que Pistia stratiotes es eficaz en la eliminación de nutrientes, con tiempos respectivos de disminución del 92,26% y el 92,46%, lo que permite utilizar esta planta acuática como fitorremediador de aguas residuales domésticas.

Así mismo **Rodríguez, C., Díaz, M., Guerra, L. & Hernández de Armas, F. (2014)**. En su trabajo se presenta un estudio comparativo acerca de la capacidad depuradora de cinco plantas acuáticas flotantes sobre las aguas residuales. Según los resultados, es posible eliminar los contaminantes más frecuentes de las aguas residuales domésticas con estas plantas, siendo especialmente importante la eliminación de la carga de nitrógeno, el nitrato, tanto el óxido como el dióxido de nitrógeno. Se descubrió que tanto el tamaño como el sistema radicular de una planta afectan a la eliminación de contaminantes.

Se demostró que existe una correlación entre la eliminación de contaminantes y el tamaño de las plantas, así como su sistema radicular, lo que convierte a las plantas acuáticas en una buena alternativa para la depuración de las aguas residuales domésticas. Las plantas cultivadas en estos sistemas de depuración se caracterizan por una elevada tasa de crecimiento y un contenido en proteínas de entre el 25 y el 30% (en base seca).

Por último **Melo, J. (2014)**. Tuvo como objetivo evaluar la productividad de biomasa de *Pistia stratiotes* y su capacidad para la remoción de materia orgánica y nutriente mediante el uso de un sistema de fitorremediación operado en flujo continuo. Se utilizaron, en condiciones de invernadero, dos lagunas que operaron con dos volúmenes de agua de 200 y 400 litros durante 41 días respectivamente. Cada 48 horas se determinó el peso fresco de las plantas. Los altos porcentajes de fitofiltración, basados en lagunas con plantas acuáticas flotantes como estrategias de remediación al problema de contaminación por descargas domésticas existentes.

Es recomendable efectuar cosechas periódicas de la misma, con el fin de mejorar la productividad del sistema y su capacidad para eliminar los contaminantes existentes en el agua residual a tratar

El presente trabajo de investigación “Nivel De Remoción De Nitratos Y Fosfatos Empleando La *Pistia Stratiotes* “Lechuguita De Agua” En Aguas Residuales Municipales En El Distrito De Nuevo Chimbote”, tiene como finalidad la evaluación de la *Pistia stratiotes* en la remoción de fosfato y nitratos ante dos intervalos de tiempo de 15, 30 y 40 días tomando como muestra las aguas residuales municipales del Distrito de Nuevo Chimbote que son vertidas en las lagunas La Gaviota y

Campamento Atahualpa. , se logró investigar que en Chimbote existe un gran volumen de agua que es vertida a la piscina de oxidación de las cuales no existe porcentaje que es reutilizado. En el Perú, es uno de los países que no se toma mucha importancia a los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, por lo que es necesario realizar este trabajo para dar otra solución a la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, para que así tener un mayor aprovechamiento de estas aguas residuales.

En la actualidad está tomando mucha importancia la conservación del medio ambiente y su posterior restauración. El tratamiento de aguas residuales es una manera de reutilización del agua para diferentes fines, pero según últimos estudios a nivel mundial solo el 20% de las aguas residuales producidas son reutilizadas, peor aún, Chimbote no cuenta con una PTAR, las aguas residuales domésticas e industriales son vertidas al mar sin mayor discriminación alguna. Con esta investigación se quiere lograr saber si la *Pistia stratiotes* remueve fosfato en aguas residuales para un posterior uso como alternativa a las PTAR convencionales.

Para su determinación del efecto de remoción se realizará los ensayos de Fósforo totales y pH, posterior a esto se calculará el porcentaje de remoción de fosfato. En el caso de Chimbote las aguas residuales son arrojadas al mar sin tener un sistema de tratamiento. Según el informe "Gestión de las aguas residuales", elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ONU-Hábitat y la OMS, el 80% de las aguas residuales del mundo no se trata adecuadamente para evitar su contaminación y la propagación de enfermedades, una situación que afecta especialmente a los países menos desarrollados. Ante esta circunstancia, el PNUMA ha pedido a los gobiernos que den prioridad al tratamiento de las aguas

residuales en la agenda de desarrollo que debe acordarse para continuar con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que expiran en 2016.

“Según Imarpe, la basura residencial es responsable del 60% de la contaminación del mar, lo que lo convierte en altamente contaminado y cancerígeno. Instamos al gobierno a que se ponga manos a la obra y fiscalice la inversión extranjera para recuperar la bahía". El coordinador del citado colectivo, Beberly Enríquez, afirmó que "es un derecho vivir en una ciudad limpia". Los sistemas convencionales de tratamiento de agua residuales tienden a tener un consumo energético elevado, agregando a esto las emisiones de gases que van directamente a la capa de ozono, las grandes masas de aguas residuales domésticas que son vertidas sin un control a la bahía de Nuevo Chimbote, de tener un resultado favorable en la investigación tendría una gran importancia en el ámbito de la Ingeniería y el medio ambiente, es decir, se tendría un sistema de tratamiento de agua residual de menor costo y mayor eficiencia, una disminución de la emisión de gases, una disminución en la contaminación de la Bahía.

La Pistia stratiotes posee una mayor fitoremediación para la extracción de Cadmio, además de la eliminación de fósforos y nitrógeno en aguas, teniendo como resultado un 64% de fosforo, 49% de nitrato y 93% de amonio.

Puede cultivarse en condiciones óptimas a temperaturas comprendidas entre 15 y 30 oC. La *Pistia stratiotes* requiere agua neutra con un pH comprendido entre 6,8 y 7,5, preferiblemente de dureza media (entre 12 y 18 DH). actualmente en expansión.en abundancia en la Amazonia, en los Pantanos de Villa, Lima y en ambientes como la Provincia del Santa, que se asemeja perfecto al clima.

Cabe mencionar que para la eliminación de la *Pistia stratiotes* se puede emplear como alimento de ganado.

Fundamentación científica

El objetivo de este estudio fue eliminar nitratos y fosfatos de *Pistia stratiotes* en aguas residuales domiciliarias del distrito de Nuevo Chimbote. Es un estudio de diseño experimental aplicado y demostrativo. En el cual se elaboraron recipientes con *Pistia stratiotes*, La prueba que se realizará es: Cantidad de Fosfatos, Cantidad de Nitratos y pH.

Hidrología

Es una rama de la ciencia que se centra en la comprensión de las aguas del planeta, incluida su presencia, distribución, movimiento a través del ciclo hidrológico e interacciones con otros seres vivos. También abarca las características físicas y químicas del agua en todos sus estados.

La investigación de las interacciones entre el agua y su entorno es el principal objetivo de la hidrología. Los elementos del ciclo hidrológico que se producen en él, como la precipitación, la evapotranspiración, la escorrentía y el agua en el suelo, son de especial relevancia para la hidrología porque ésta se ocupa principalmente del agua que se encuentra cerca de la superficie del suelo.

Estructuras Hidráulicas

Las obras de ingeniería necesarias para aprovechar los recursos hídricos y regular su actividad destructiva se conocen como estructuras hidráulicas. En la mayoría de los casos, funcionan en conjunción con maquinaria y equipos. Se construyeron para hacer avanzar a la humanidad y ser útiles a las personas.

Al crear un sistema hidráulico, debe intentarse utilizarlo de tantas formas distintas como sea factible para ayudar a distintos sectores económicos, entre ellos:

- La hidroenergía es el aprovechamiento de la energía de las aguas marinas o fluviales.
- Transporte por agua: madera flotante y utilización de las aguas de ríos, lagos y océanos para la navegación.
- La mejora del agua consiste en utilizar el agua para regar la tierra y eliminar el agua sobrante de la tierra sobresaturada.
- Fuente de agua apta para el consumo humano.
- Utilización de diversos recursos hídricos para piscicultura, extracción de minerales, sal y algas, así como prevención y control de inundaciones.
- Reducción de la contaminación ambiental **(Azevedo, 2010)**.

Agua

Dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno forman la molécula de agua, que se representa con el símbolo H₂O. Aunque también puede encontrarse en su forma sólida, conocida como hielo, y en su forma gaseosa, conocida como vapor, la expresión "agua" se refiere normalmente a la sustancia en estado líquido. Es una sustancia muy frecuente en el universo y en el sistema solar, donde se encuentra principalmente en forma de hielo o vapor. Todos los tipos de vida reconocibles dependen de ella para sobrevivir.

El 71% de la superficie terrestre está cubierta de agua. La mayor parte se encuentra en los océanos, que contienen el 96,5% del agua mundial. El 1,74% de la superficie está formado por glaciares y casquetes polares, mientras que el 1,72% se compone de

permafrost, depósitos subterráneos y glaciares continentales. El 0,04% restante se reparte entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos en orden descendente.

Aguas Residuales Domesticas

Las aguas residuales se definen como líquidos que se han utilizado en actividades domésticas, comerciales, industriales y de servicios a diario en una ciudad. Las aguas residuales suelen clasificarse como:

- Aguas residuales municipales es el término para los residuos líquidos que se entregan a través del sistema de alcantarillado de una ciudad o pueblo y se tratan en una instalación de tratamiento municipal.
- Aguas residuales de vertidos industriales. - Aguas residuales de vertidos industriales.

Otra forma de etiquetar las aguas residuales es según la cantidad de contaminantes que contienen, en cuyo caso se denominan:

- Aguas residuales: Aguas residuales de inodoros que contienen excrementos humanos y orina y tienen un alto contenido en nitrógeno, coliformes fecales y partículas en suspensión.
- Las aguas grises son aguas residuales domésticas, excluidas las aguas residuales de los inodoros, e incluyen las aguas residuales de bañeras, duchas, lavabos y lavadoras.
- También contienen sedimentos en suspensión, fosfatos, lípidos y coliformes fecales. Las aguas residuales industriales son una mezcla de aguas residuales procedentes de los vertidos de una industria y aguas residuales de esa industria.
- Los contaminantes del vertido son el resultado del proceso industrial, y la mayoría de ellos tienen repercusiones negativas para la salud si no se controla el vertido.

Compuestos Orgánicos De Aguas Residuales

Representan la primera forma de contaminación del agua. Existen muchos métodos para identificar la gran variedad de compuestos orgánicos que están presentes en el medio acuático y contribuyen a la contaminación del agua. Cabe mencionar los hidrocarburos, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos, algunos de los cuales son cancerígenos. Los fenoles también son cruciales porque agravan los problemas de olor y sabor en los procesos de cloración del agua al reaccionar con el cloro. La presencia de compuestos organometálicos en el medio ambiente, incluso en cantidades bajas, puede tener repercusiones en la cadena alimentaria y acumularse hasta concentraciones mucho más elevadas en los organismos. Estas sustancias también deben tenerse en cuenta. Las fabricadas a partir de plomo, cadmio, estaño y mercurio son las más interesantes.

Compuestos Inorgánicos y Minerales

Se emplean en las industrias minera y química inorgánica. El amonio, los cianuros, los fluoruros, los sulfuros, los sulfatos y los nitratos son algunos de ellos. Además, hay metales pesados que pueden dañar a las personas y entrar en la cadena alimentaria a través del fitoplancton, los peces y las criaturas que se alimentan por filtración. Dado que encarece los costes de suministro y tratamiento y provoca corrosión, el drenaje ácido de las minas es el residuo industrial que más perjudica a las fuentes de agua.

Dado que la mayoría de los compuestos inorgánicos son fracciones solubles, el nitrógeno y el fósforo son los compuestos inorgánicos más significativos para el

control de la calidad de las aguas residuales. Los compuestos inorgánicos suponen un riesgo considerable de contaminación. **(Recio, 2005).**

El nitrógeno puede existir en los medios acuáticos en forma de nitrato, nitrito, amoníaco, ion amonio, óxido nitroso y nitrógeno molecular. Las dos primeras formas de nitrógeno son las que toman la mayoría de plantas y algas, son esenciales para el crecimiento, la producción de semillas y frutos, y forman parte de la estructura molecular de la clorofila. La tercera forma de nitrógeno es característica de los procariotas. El proceso de amonificación, que es como se crea el amoníaco a partir de la descomposición de la materia orgánica, es una de las fases de la oxidación del nitrógeno controlada por las bacterias. Como el amoníaco es inestable, se disocia en iones amonio e hidroxilo en un medio ácido o neutro, pero no en uno básico, lo que permite que parte del amoníaco escape a la atmósfera. La nitrificación es el proceso por el que los iones de amonio son convertidos en nitrito por las bacterias Nitrosomonas y en nitrato por las bacterias Nitrobacter. **(Roldán , 2009)**

Nitrógeno

El nitrógeno es necesario para el crecimiento tanto de microbios como de plantas; su deficiencia puede provocar cambios en la composición metabólica de los organismos y ralentizar su ritmo de crecimiento. Pero cuando está presente en cantidades elevadas, el nitrógeno también desempeña un papel importante en la eutrofización y el agotamiento del oxígeno de las aguas receptoras. Estas cantidades elevadas pueden deberse a los fertilizantes artificiales y los abonos animales utilizados en la agricultura, y si se filtran en las aguas subterráneas, representan una amenaza para los suministros de agua. Las bacterias descomponen fácilmente la urea y las proteínas, que son fuentes

de nitrógeno en las aguas residuales recientes, en amonio, que luego utilizan para producir nitritos y nitratos. El amoníaco puede considerarse el mejor indicador químico indirecto de contaminación fecal reciente, ya que es el primer subproducto de la descomposición de la urea y las proteínas. Cuando ambos están disponibles, algunas especies prefieren el amonio al nitrato. El amonio puede incluso impedir que los organismos absorban nitrato. El amonio, sobre todo en forma de NH_3 , es peligroso para algunos tipos de microbios porque está descargado y es soluble en lípidos, lo que le permite desplazarse más rápidamente a través de las membranas biológicas. Esto puede impedir el tratamiento biológico de las aguas residuales.

El pH y la temperatura del medio afectan a las conversiones entre las distintas formas de nitrógeno. Los nitritos se utilizan con frecuencia como indicadores de contaminación fecal. Son inestables y se convierten rápidamente en nitratos por oxidación. Dado que las condiciones anóxicas obligan a los microorganismos a utilizar el oxígeno ligado, llevando el hidrógeno a formas más reducidas, su falta en el medio puede deberse a condiciones anóxicas.

La forma más oxidada de nitrógeno que puede encontrarse en las aguas residuales son los nitratos. Pueden llegar a las fuentes de agua potable y provocar enfermedades graves como la metahemoglobinemia infantil y un aumento del riesgo de cáncer. Su presencia creciente en las aguas subterráneas es preocupante. (**“Revista Peruana de Química e Ingeniería Química”, 2010**).

Fósforo

El fósforo suele estar presente en forma de fosfatos en las aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Los ortofosfatos, los fosfatos condensados y los compuestos organo fosfatados son las diferentes categorías de estas sustancias. Estos fosfatos pueden encontrarse en diversos productos, fertilizantes, procesos biológicos y otros lugares. La liberación de fosfatos en las masas de agua puede estimular el crecimiento de macroorganismos y microorganismos fotosintéticos. Sin embargo, las concentraciones perjudiciales pueden indicar un crecimiento excesivo de algas y otros organismos, lo que conduce a la eutrofización de las aguas. El fósforo es un nutriente esencial para la fotosíntesis y favorece el crecimiento de raíces sanas. **(Comisión Estatal del Agua de Jalisco, 2013).**

El término "eutrofización" se refiere al enriquecimiento excesivo de nutrientes en el agua que provoca una serie de cambios indeseables y sistemáticos, como el crecimiento de algas nocivas y otras plantas acuáticas, la disminución de la calidad del agua, la aparición de sabores y olores desagradables y la muerte de peces en la masa de agua. El consumo de plantas acuáticas es un mecanismo a través del cual los alimentos entran en las masas de agua, y la floración excesiva de algas y plantas acuáticas es un hecho visible que puede afectar significativamente a su uso y a sus cualidades estéticas. El nitrato (NO_3^-), el amonio (NH_4^+), el fosfato (PO_4^{3-}) y otros nutrientes para el crecimiento son sus principales fuentes de alimento. **(“Revista Peruana de Química e Ingeniería Química”, 2010).**

Remoción de Fosfato

El fósforo se encuentra en la naturaleza en forma de fosfato (PO_4^{3-}) y sus minerales. Es esencial para todos los organismos vivos y desempeña un papel crucial en el metabolismo de la energía. El fósforo, nutriente esencial, regula la eutrofización de las masas de agua.

Aunque los fosfatos se encuentran con frecuencia en las corrientes naturales, también pueden proceder de fuentes humanas como la industria, las aguas residuales o incluso la agricultura. Debido a las grandes cantidades de fosfatos presentes en las aguas naturales que provocan la eutrofización y una disminución significativa de los niveles de oxígeno, su liberación a estas masas está restringida.

Tratamiento de Aguas Residuales

Se utilizan varias técnicas físicas, químicas y biológicas para eliminar las impurezas físicas, químicas y biológicas que se encuentran en el agua efluente antes de que se utilice para el consumo humano.

Para controlar la contaminación de las aguas residuales, las instalaciones de tratamiento que intervienen en el proceso de eliminación de contaminantes manipulan las aguas residuales dejando que la naturaleza termine el proceso en la masa receptora. El grado de tratamiento necesario para ello depende de la capacidad inherente de la masa receptora para autodepurarse. El caudal, la concentración de oxígeno y la "capacidad" de reoxigenación del cuerpo receptor son los principales determinantes de la capacidad natural de autodepuración. Por lo tanto, el objetivo del tratamiento de aguas residuales es crear efluentes que puedan reciclarse en el medio ambiente, así como residuos sólidos o lodos (también conocidos como biosólidos o fangos), que

pueden eliminarse o utilizarse de nuevo. Para distinguirlo del tratamiento del agua potable, suele denominarse tratamiento de aguas residuales.

Residencias, instituciones, comercios e industrias producen aguas residuales. Pueden depurarse en el lugar donde se producen (mediante fosas sépticas u otro método), o pueden recogerse y enviarse a una instalación municipal de tratamiento a través de una red de tuberías y bombas. Las normativas y los requisitos (controles) municipales, estatales y federales suelen aplicarse a los esfuerzos por recoger y tratar las aguas residuales domésticas antes de verterlas. A menudo es necesario utilizar procedimientos de tratamiento especializados para algunos contaminantes industriales presentes en las aguas residuales. (Romero, 2007).

Parámetros que se Analizan en las Aguas Residuales Domésticas

En un conciso resumen de todas las variables que pueden estudiarse en las aguas residuales domésticas, también se destaca la importancia del nivel de contaminación.

Parámetros Físicos

Como su nombre indica, los parámetros físicos son los que determinan las características físicas del agua, visibles en ella. A continuación se detallan los problemas que causan en el agua y su descripción.

La presencia de color y olor en las aguas residuales es síntoma de un pretratamiento insuficiente antes del vertido y sirve como indicador del nivel de contaminación de los residuos.

Desde las pelusas hasta los componentes coloidales son sólo algunos de los sólidos que se encuentran en las aguas residuales. Antes de evaluar los sólidos de la muestra

en la caracterización de las aguas residuales, se suelen eliminar los materiales gruesos. Existen tres tipos diferentes de sólidos que pueden medirse en las aguas residuales, algunos de los cuales son:

Los sólidos totales son la suma del total de sólidos disueltos y del total de sólidos en suspensión. También contienen fracciones de sólidos fijos y volátiles, que pueden sedimentarse o no. La cantidad de partículas en suspensión sedimentables totales en las aguas residuales suele rondar el 60%. Dado que los sólidos sedimentables son los que dan lugar a la creación de bancos de lodos que emiten olores desagradables, la prueba de SST se emplea con frecuencia como indicador del rendimiento de la unidad de tratamiento y con fines de control. (Cubillos, 2008).

Parámetros Químicos

La importancia de estos factores, que sólo pueden determinarse mediante un examen de laboratorio, radica en los efectos que tienen sobre la vida acuática, tanto vegetal como animal. Además de las modificaciones que pueden provocar en las fuentes naturales de agua si los sistemas de tratamiento de aguas residuales no los contienen.

Una forma de medir la concentración de iones de hidrógeno en una solución es utilizar la palabra pH, que se emplea para determinar si una solución es ácida o básica. La escala de pH registra una serie de números del 0 al 14. Estos números representan el grado de acidez o basicidad de una solución. Estos números representan el grado de acidez o basicidad de una solución. Una puntuación de 7 denota neutralidad. Los valores inferiores a 7 y cercanos a cero revelan un aumento de la acidez, mientras que los valores superiores a 7 y cercanos a 14 sugieren un aumento de la basicidad.

El pH del agua debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutro y ligeramente alcalino. El pH máximo aceptable es 9, que es donde se encuentra la mayor parte de la vida biológica. La mayoría de los efluentes de las depuradoras deben verterse dentro de unos límites de pH específicos porque las aguas residuales con valores de pH inferiores a 5 y superiores a 9 son difíciles de tratar mediante procesos biológicos. Si el pH de las aguas residuales tratadas no se ajusta antes del vertido, puede alterarse el pH de la fuente receptora. **(Metcalf & Eddy, 2008)**

La presencia de oxígeno disuelto en el agua es esencial para la supervivencia de los peces y otros organismos acuáticos. El problema es que el oxígeno es poco soluble en el agua, y la cantidad de oxígeno en una masa de agua depende del medio que la rodea porque su concentración aumenta con el descenso de la temperatura o el aumento de la presión.

Las bacterias que degradan los residuos orgánicos que se encuentran en el agua necesitan oxígeno para respirar, por lo que cuantos más microorganismos haya y más oxígeno necesiten, más residuos orgánicos habrá. Los peces y otros animales acuáticos suelen morir por falta de oxígeno más que por la presencia de sustancias venenosas.

Las diferencias estacionales y geográficas pueden influir en la temperatura de las aguas residuales. La temperatura puede variar de 7 a 18 grados Celsius en los lugares más fríos, y de 13 a 30 grados Celsius en los más cálidos. Entre 25 y 35 °C es el rango de temperatura ideal para el crecimiento de la actividad bacteriana.

La expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica es llamada conductividad.

La presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de medición, desempeñan un papel importante en esta capacidad. La conductividad aumenta con la concentración de iones.

En las aguas naturales, iones como el calcio, el magnesio, el potasio, el sodio, los carbonatos, los sulfatos y los cloratos se encuentran entre los responsables directos de los niveles de conductividad. El examen de las fluctuaciones en la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales es probablemente el uso más significativo de la medición de la conductividad en relación con las aguas naturales.

Incluso en concentraciones bajas, la presencia de iones de amonio puede indicar la presencia de muchas bacterias fecales, microorganismos patógenos, etc. Como primera etapa de un proceso inorgánico, la descomposición bacteriana de la urea y las proteínas da lugar a la creación de amonio. En el agua potable destinada al consumo general, su contenido máximo es de 0,5 mg/l.

Cuando está presente en grandes cantidades, puede acelerar el crecimiento de las plantas acuáticas.

Los sulfatos se convierten en sulfuros en los digestores de lodos, y si la concentración supera los 200 mg -concentraciones poco frecuentes- pueden afectar al desarrollo normal de los procesos biológicos. Los sulfuros suponen un riesgo por la producción de gas sulfhídrico, que produce un olor desagradable a bajas concentraciones y puede ser extremadamente tóxico a altas concentraciones.

Los cloruros se consideran aniones inorgánicos importantes en las aguas residuales y en el mundo natural. El sabor salado que el cloruro confiere al agua potable varía y depende de la composición química del agua.

El crecimiento de las algas y otras criaturas biológicas depende del fósforo. Se han hecho grandes esfuerzos para restringir la cantidad de compuestos de fósforo de los vertidos de aguas residuales residenciales y de la escorrentía natural debido al crecimiento perjudicial y descontrolado de las algas en las aguas superficiales. Las aguas residuales municipales, por ejemplo, pueden tener concentraciones de fósforo de entre 4 y 12 mg/l en forma de compuestos de fósforo. Los ortofosfatos, los polifosfatos y el fósforo inorgánico son los tres tipos de fósforo presentes con más frecuencia en las soluciones acuosas. Sin mayor descomposición, los ortofosfatos (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , H_3PO_4 y complejos HPO_4^{2-}) están disponibles para el metabolismo celular (Cubillos, 2008).

PARAMETROS BIOLOGICOS

Dado que las bacterias y otros microorganismos desempeñan un papel activo y fundamental en la descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el medio natural como en las depuradoras, las características biológicas de las aguas residuales son cruciales para la prevención y el tratamiento de las enfermedades provocadas por organismos patógenos de origen humano.

En las aguas residuales pueden encontrarse millones de bacterias, entre ellas coliformes y esporuladas anaerobias (*Proteu sp.*), así como varios virus y protozoos peligrosos. Durante la digestión del agua, cambia la preponderancia de determinadas categorías fisiológicas.

Sin embargo, según Van der Steen et al, citados por Valderrama, la eliminación de coliformes totales y *Escherichia coli* alcanza el 99% en el sexto día. También destacan la mayor eficacia con plantas acuáticas en comparación con las microalgas. El tiempo

de retención aumenta la eficacia de eliminación en todos los tratamientos biológicos.
(Cubillos, 2008)

Organismos Patógenos

Las heces humanas infectadas o portadoras de enfermedades pueden ser la fuente de los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales. Los tres principales grupos de organismos nocivos que pueden detectarse en las aguas residuales son los virus, los parásitos y las bacterias. Uno de los principales grupos de bacterias patógenas que se encuentran en las aguas residuales es el género:

Salmonella, que se compone de numerosas especies que pueden infectar de enfermedad tanto a personas como a animales. La enfermedad más grave que puede transmitir este grupo es la fiebre tifoidea, provocada por la Salmonella typhi. Uno de los casos más típicos de intoxicación alimentaria provocada por alimentos y agua contaminados es la salmonelosis, la enfermedad más frecuentemente relacionada con el género Salmonella. La shigelosis, también conocida como disentería bacilar, es un trastorno digestivo provocado por una especie bacteriana menos frecuente conocida como el grupo Shigella.

El agente etiológico de la enfermedad del cólera es Vibrio cholerae. Los humanos son los únicos huéspedes conocidos del cólera, y el agua es el método de transmisión más común. Se ha confirmado que las aguas residuales municipales contienen Mycobacterium TB, y se han registrado casos de personas que han enfermado por bañarse en aguas contaminadas.

Aunque con frecuencia se documentan casos de gastroenteritis de etiología incierta, normalmente se achacan a patógenos bacterianos. A pesar de estar etiquetadas como

no patógenas, la existencia de bacterias Gram negativas en el agua es una fuente potencial de propagación de esta enfermedad. Esta categoría comprende bacterias que pueden dañar a los recién nacidos, como las especies enteropatógenas de *Pseudomonas* y *Escherichia coli*.

Estos organismos se han relacionado con la propagación de enfermedades humanas de origen acuoso, a pesar de que su capacidad para infectar a los animales ha quedado demostrada sin lugar a dudas.

La ingestión de agua contaminada con oquistes y quistes provoca la infección. Es fundamental tener en cuenta que organismos como *Giardia*, *Parvum* y *Cryptosporidium* pueden entrar en el agua contaminada desde fuentes distintas a las personas. (Cubillos, 2008).

Plantas Acuáticas

Las plantas acuáticas son aquellas que necesitan mucha agua en sus raíces para sobrevivir y prosperar en situaciones extremadamente húmedas y totalmente sumergidas. Esencialmente, tienen las mismas necesidades alimentarias que las plantas terrestres. Se dividen en tres categorías: emergentes, sumergidas y flotantes. (Stevani, 2009).

Aunque estos procesos requieren mayores superficies de terreno que los sistemas intensivos, suelen ser igual de eficaces en la eliminación de materia orgánica e incluso más eficaces en la eliminación de patógenos. Por ello, el uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales es un tema que cada vez se tiene más en cuenta. (Delgadillo, 2010).

La lechuga de agua tiene una mayor capacidad de fitorremediación que los otros tres macrófitos flotantes estudiados -*Salvinia herzogii*, *Pistia stratiotes*, *Hydromistia stolonifera* y *Eichhornia crassipes*- debido a su rápido crecimiento.

Maine “et al” (1998).

Al cabo de 25 días, las plantas acuáticas pueden absorber el 64% del fosfato, el 49% del nitrato y el 93% del amonio, según una investigación sobre la capacidad de cuatro plantas acuáticas para eliminar el fósforo y el nitrógeno del agua. (Maine, Duarte, & Suñé, 2001).

Clasificación de las Plantas Acuáticas

En la cual utilizaremos las siguientes clases de plantas acuáticas:

- **De aguas profundas:** Se sitúan entre 40 y 90 cm en la zona más profunda de un estanque. Sus hojas ofrecen sombra e impiden el crecimiento de las algas que necesitan la luz del sol para proliferar, manteniendo el agua clara en el proceso.
- **Flotantes:** En lugar de estar enraizadas en macetas o en el fondo, flotan en la superficie y tienen raíces libres en el agua. Basta con dejarlas caer en el agua para que se planten.
- **Oxigenadoras:** Aunque tienen una finalidad ornamental en los acuarios, estas plantas no las tienen en los estanques. Mantienen la claridad del agua. Sus hojas absorben minerales y dióxido de carbono, lo que impide el crecimiento de algas. Salvo las flores, que pueden subir a la superficie, están totalmente sumergidas.

- **De ribera o margen (palustres):** Se sitúan cerca de los bordes de terrazas o estanques, con 5 a 10 cm de agua por encima del nivel del cuello. Por lo tanto, las raíces están sumergidas en el agua. La mayoría de estas especies pueden sobrevivir sin tener agua en sus raíces de forma permanente, sin embargo requieren riegos frecuentes.
- **Plantas para las proximidades del estanque:** Son un tipo de plantas utilizadas en jardinería que prefieren el suelo húmedo y son más felices cuando están cerca de estanques.

Biofiltración

Se denomina biofiltración a cualquier procedimiento biológico utilizado para regular o tratar las sustancias orgánicas e inorgánicas volátiles que se encuentran en las fases. Los microorganismos son los encargados de la degradación biológica de los contaminantes que contiene la biofiltración **(Cárdenas, Revah, Martnez, & Gutiérrez, 2013)**.

Función de un Biofiltro

El objetivo de un biofiltro es recoger y absorber los nutrientes que se encuentran en las aguas residuales. Estos nutrientes son absorbidos por los mecanismos de especies específicas, ya sean flotantes o plantadas.

Función Ambiental

- Ayuda a aprovechar las aguas residuales, que tienen diversas aplicaciones.
- Ayuda a desatascar los puntos de recepción de aguas residuales obstruidos.

- Previene las infecciones que pueden provocar las aguas residuales estancadas o desperdiciadas.

Función Económica

En lugar de crear sistemas de tratamiento de aguas residuales, es mucho más práctico que estas especies utilicen la biofiltración para beneficiarse de la reutilización de este efluente.

Tratamiento de Aguas Residuales con Plantas Acuáticas

La Universidad Nacional de Ingeniería, ubicada en el departamento de Lima, cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales con humedales (UNITRAR), que trata un caudal de 0,4 l/s, lo que la convierte en un eficaz sistema de tratamiento para la depuración de aguas residuales. Existen numerosas localidades en Perú que cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales con plantas acuáticas. Las principales funciones de las plantas acuáticas en el tratamiento de las aguas residuales residenciales son la filtración, la clarificación y la reducción de la proliferación de algas, que depende especialmente de la extensa cubierta vegetal. La Pistia stratiotes es una especie no arraigada que puede moverse libremente por la superficie del agua al tiempo que ayuda a filtrar el agua a través de raíces, rizomas y parte del tallo. También ayuda a suprimir la filtración del agua porque es una especie no enraizada que puede moverse libremente por la superficie del agua mientras ayuda a filtrar el agua a través de raíces, rizomas y parte del tallo. (Martelo & Borrero, 2012).

Propiedades de las Plantas Acuáticas en Sistemas de Tratamiento

- Las plantas juegan un papel fundamental en estos sistemas siendo sus principales funciones:
- Airear el sistema radicular y facilitar oxígeno a los microorganismos que viven en la 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.

Las denominadas macrófitas acuáticas flotantes, como la lenteja de agua, el jacinto de agua y la espadaña, forman parte del grupo de plantas que se han evaluado más intensamente en los trópicos como posibles componentes de los sistemas de recirculación de nutrientes mediante su cultivo en estanques cargados con efluentes procedentes de biodigestores anaeróbicos, con vistas a explorar su valor potencial. Se han estudiado diferentes plantas acuáticas, como algas u otras plantas sumergidas, en sistemas de depuración de aguas residuales

Pistia Stratiotes

Las denominadas macrófitas acuáticas flotantes, como la lenteja de agua, el jacinto de agua y la espadaña, forman parte del grupo de plantas que se han evaluado más intensamente en los trópicos como posibles componentes de los sistemas de recirculación de nutrientes mediante su cultivo en estanques cargados con efluentes procedentes de biodigestores anaeróbicos, con vistas a explorar su valor potencial. Se han estudiado diferentes plantas acuáticas, como algas u otras plantas sumergidas, en sistemas de depuración de aguas residuales.

La lechuga de agua tiene flores muy pequeñas (de hasta 1,5 cm de longitud) que se esconden en el centro de la planta, entre las bases de las hojas. Tienen un tinte blanco verdoso. A lo largo del año, las flores florecen. El fruto, una baya de 5-10 mm de diámetro, es de color verdoso. Cada fruto produce de cuatro a quince semillas oblongas. Empiezan siendo verdes y se vuelven marrones cuando maduran, midiendo unos 2 mm de largo. La reproducción vegetativa se produce por semillas. Cada planta hija forma sus propios estolones, lo que le permite crecer rápidamente, y luego se separa de las plantas madre o colonias y es diseminada por las corrientes de agua o por los animales. **(Pieterse, 2011).**

La *Pistia stratiotes* libera sus semillas en el agua tras cubrir la superficie, donde flotan brevemente antes de caer al fondo.

Sin embargo, la mayoría de las semillas germinan a principios de verano, después de que las temperaturas suban por encima de los 20 °C, y posteriormente suben a la superficie en forma de plántulas. Las semillas no germinan a temperaturas inferiores a 20 °C, pero pueden sobrevivir al menos dos meses en agua fría a 4 °C y muchas semanas en hielo a -5 °C.

La *Pistia stratiotes* crece mejor a un pH de 7, mientras que se inhibe a un pH de 4 (las plantas acuáticas flotantes absorben el oxígeno atmosférico y el dióxido de carbono para la fotosíntesis). A través de las raíces, que también son un excelente medio de filtración y adsorción de materiales en suspensión, se toman nutrientes de la columna de agua. Tanto la cantidad de nutrientes en el agua como la necesidad de nutrientes de la planta afectan al desarrollo de las raíces. Por consiguiente, variables como la calidad del agua, la temperatura, las prácticas de recolección, etc. tienen un impacto significativo en la densidad y profundidad del medio filtrante (raíces). **(Martelo y Borrero, 2012).**

La capacidad de *Pistia stratiotes* para absorber nitrato y amonio, con el objetivo de determinar el tiempo necesario para que las plantas absorbieran estos nutrientes colocándolas en recipientes con soluciones nutritivas que tuvieran concentraciones de nitrógeno progresivamente mayores, Las plantas absorbieron amonio en 4 horas y nitrato en 71 horas (casi 3 días). Basándose en el hecho de que las plantas acuáticas necesitan más energía (proporcionada por la energía luminosa) para absorber el nitrato que el amonio, los investigadores llegaron a la conclusión de que el amonio acaba dificultando la absorción y asimilación del nitrato. **Walstad (2010).**

Crecimiento de *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* y *Salvinia molesta* en respuesta a concentraciones de nitrógeno y fosfato procedentes de efluentes de lagos de cría de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Salvinia molesta* presentó tasas de crecimiento más rápidas que *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* (0,029/día, 0,016/día y 0,016/día, respectivamente) en diversos rangos de nutrientes. También observaron que el crecimiento Mientras que el crecimiento de *Salvinia molesta* no se vio influido por la magnitud de estos parámetros, manteniendo en todos los casos densidades más bajas que las otras especies, el crecimiento de *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* se ve afectado por las concentraciones de nitrógeno y fósforo para densidades muy altas de estas plantas. Se determinó que *Salvinia molesta* presentaba tasas de infestación más rápidas, incluso en aguas con bajos niveles de nitrógeno y fósforo, y que *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* pueden causar grandes dificultades en las masas de agua que reciben este tipo de efluentes. **(Silva “*et al*”, 2008).**

TABLA 1*FICHA TÉCNICA DE PISTIA STRATIOTES*

Nombre Vulgar	Posición taxonómica	Área de distribución y evolución de la población	Descripción del hábitat y biología de la especie	Impactos y amenazas
Lechuguita de Agua	Grupo taxonómico: Flora Phylum: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Alismatales Familia: Araceae	Área de distribución natural: Es una especie nativa de Sudamérica Perú: Se han localizado en la región Selva y Costa. Principalmente en los Pantanos de Villa, Chorrillos.	Es una monocotiledónea perenne, flotante, con hojas gruesas y suaves,. Sus raíces sumergidas cuelgan de la roseta de hojas. Posee estolones y forma colonias densas. Se reproduce de forma vegetativa muy rápidamente y también mediante semillas.	Sobre el hábitat: Es capaz de crecer a gran velocidad, cubriendo estanques, reservorios de agua, lagos y otras masas de agua. Esto impide el paso de la luz solar y el intercambio de oxígeno.

(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013)

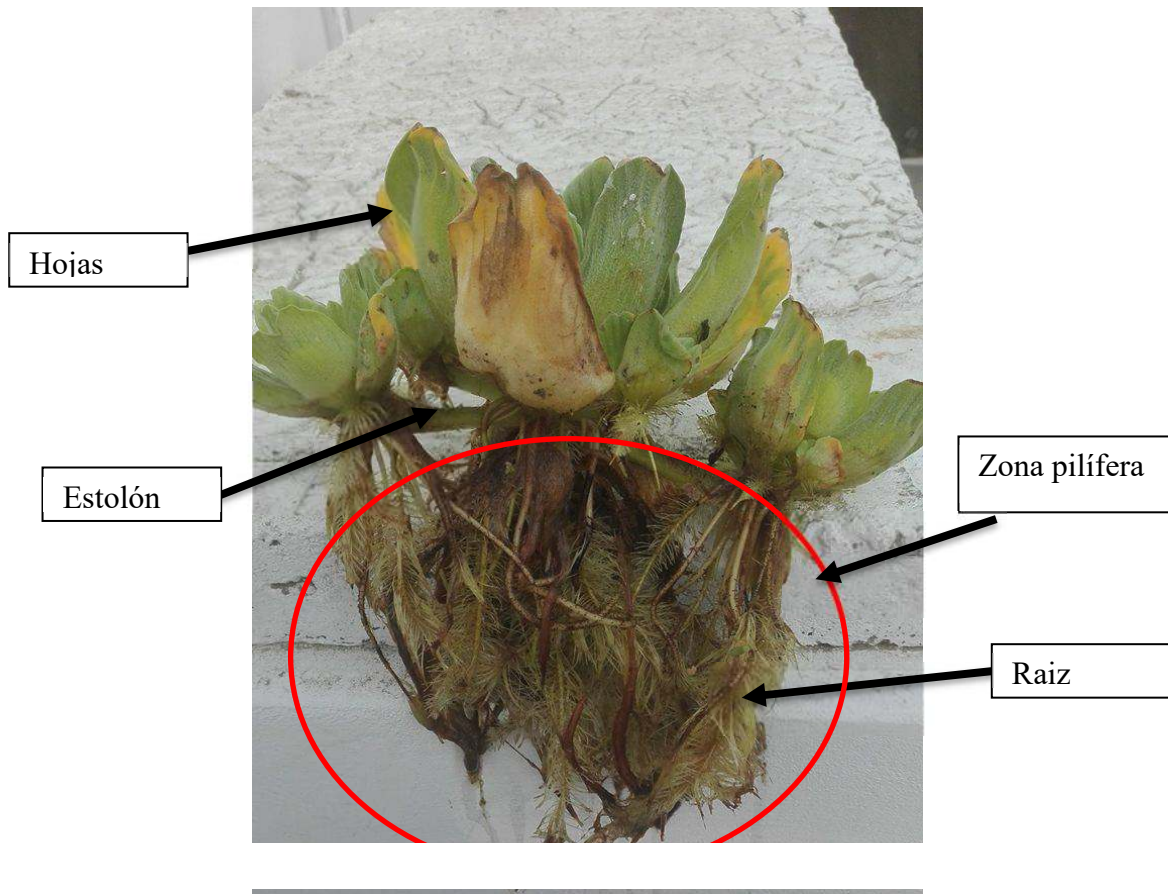


Figura 1: Partes de la Pistia stratiotes

*Fuente: Propia

PROPIEDADES DE LA PISTIA STRATIOTES

PROPIEDADES FISICAS DE LA PISTIA STRATIOTES

• **Tamaño:** 14-15 cm

- **Forma de propagación:** bien por estolones, que generan plantas en miniatura equivalentes a la madre, bien por semillas, que son pequeñas flores en el corazón de la planta que, al ser fecundadas, dan pequeños frutos. Los estolones son un método de reproducción asexual.
- **Necesidades de luz:** exposición a luz fuerte o luz solar directa.

- **Plantas que requieren poco mantenimiento;** las plantas sobrantes sólo deben eliminarse cuando invadan la superficie.
- **Temperatura:** entre 18° y 30° a 32° como mínimo.
- **Condiciones del agua:** Absorbe bastante bien los numerosos gérmenes que pueden aparecer allí donde se le permite crecer, por lo que no depende del agua limpia para sobrevivir.
- **Dificultad:** Planta muy adaptable en estanques soleados, algo más difícil en acuarios con luz tenue; la pantalla debe colocarse a unos 15 cm del follaje para evitar quemaduras; preferible en acuarios que no estén cubiertos.
- **Observaciones:** los estanques fuera de las zonas tropicales deben reservarse en un acuario o bañera interior cuando las temperaturas sean inferiores a 18 °. Las raíces sirven de refugio a alevines de peces e invertebrados, además de producir infusorios en ellos. es una planta muy invasora en el curso bajo de ríos y zonas pantanosas, por lo que no deben soltarse en ríos o pantanos. (**Johnson, 2006**).

PROPIEDADES QUÍMICA DE LA PISTIA STRATIOTES

FITORREMEDIACIÓN

Es el uso de plantas vasculares, algas u hongos, y por consiguiente de ecosistemas que contienen estas plantas, para eliminar contaminantes de los suelos, limpiar las aguas residuales o purificar el aire interior. Por tanto, se trata de eliminar o regular los numerosos contaminantes. La actividad de ciertas bacterias acelera la descomposición de las sustancias peligrosas.

TIPOS DE FITORREMEDIACIÓN

- **Fitoextracción:** la utilización de plantas que concentran los contaminantes del suelo (normalmente metales pesados) en sus partes cosechables (hojas, tallos). Se utilizan plantas acumuladoras y/o hiperacumuladoras que pueden soportar y acumular metales pesados. Añadiendo quelatos al suelo, se puede mejorar la extracción. La mayoría de las veces, cuando se cosechan y queman las plantas, las cenizas se conservan en un entorno controlado o se procesan para extraer los metales que se han acumulado. (a esto se le llama fitominería).
- **Fitotransformación o fitodegradación:** Algunas plantas fabrican enzimas (deshalogenasa, oxigenasa,...) que catalizan la descomposición de sustancias absorbidas o adsorbidas. A continuación, estas sustancias se convierten en sustancias menos tóxicas o no tóxicas mediante la metabolización de los contaminantes en los tejidos vegetales o por organismos de la rizosfera alimentados por la planta (lo que se conoce como rizodegradación). (degradación por la rizosfera).
- **Fitofiltración o rizofiltración:** utilizados para limpiar la contaminación y restaurar las aguas subterráneas y superficiales. En entornos húmedos, las raíces de las plantas absorben o adsorben los contaminantes..(McCutcheon,2009)

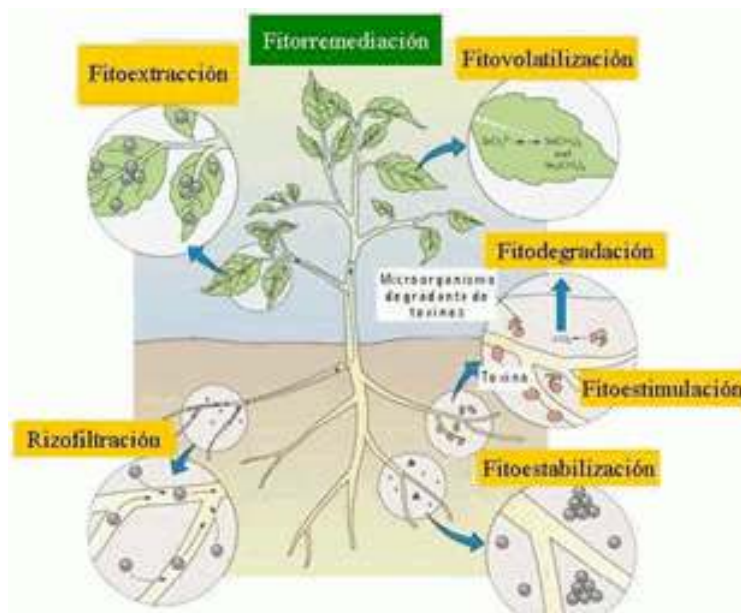


Figura 2 : Tipo de Fitorremediación

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

ABSORCIÓN

La etapa inicial del flujo de agua en el continuo agua-planta-atmósfera se conoce como absorción de agua, que implica la transferencia de agua del suelo a la raíz.

Un contaminante soluble (adsorbato) se elimina del agua mediante el proceso de adsorción al entrar en contacto con una superficie.(adsorbente).

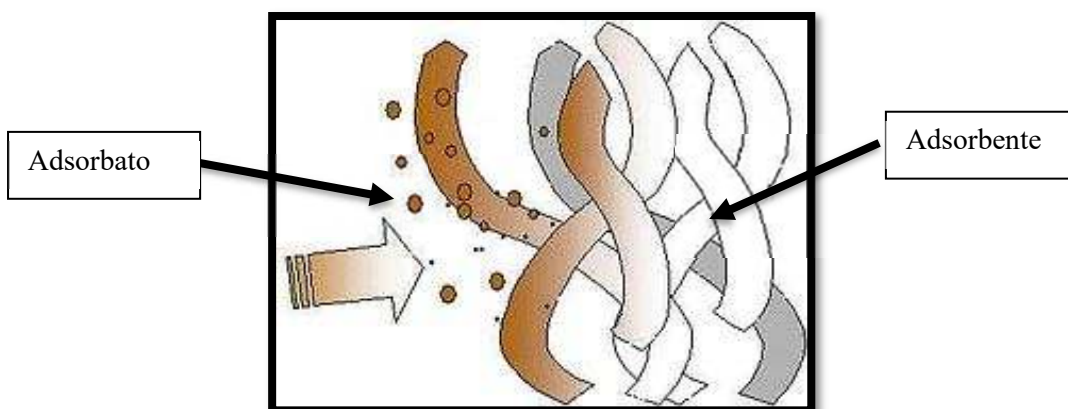


Figura 3: Representación de adsorbato y adsorbente

*Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Adsorptie.jpg>

La zona pilífera de las plantas posee un tejido epidérmico conocido como pelos absorbentes que recubre las raíces. Los pelos absorbentes se elevan en un proceso que va de mayor a menor concentración, lo que permite que el agua y determinados nutrientes atraviesen la endodermis y lleguen finalmente al xilema.

INTERCAMBIO IONICO

Los iones procedentes de la solución del suelo o del medio en el que se encuentra la raíz pueden intercambiarse por los adsorbidos en la superficie de las paredes o membranas celulares.

OTROS TIPOS DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA PISTIA STRATIOTES

- Reacción del sustrato o PH (disponibilidad de nutrientes)
- Salinidad (disponibilidad de agua)
- Contenido de nutrientes solubles
- Capacidad de intercambio catiónico

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LA PISTIA STRATIOTES

Los elementos más cruciales para el metabolismo de esta planta son el nitrógeno y el fósforo, que adquiere del agua junto con los iones potasio, calcio, magnesio, hierro, amonio, nitrito, sulfato, cloro, fosfato y carbonato.

Los metales pesados (cadmio, mercurio y arsénico), según informan Novotny y Olem en Celis (1994), quedan retenidos en sus tejidos. Además, reduce los niveles de DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno) y partículas en suspensión, así como diversos productos químicos orgánicos como fenoles, ácido fórmico, tintes y pesticidas.

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).

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

Todos los tipos de fósforo están presentes en la muestra sin filtrar utilizada para calcular el fósforo total (P). Es necesario preparar la muestra utilizando una técnica de digestión que pueda oxidar eficazmente la materia orgánica para liberar el fósforo como ortofosfato para su posterior determinación por el método del ácido ascórbico para determinar el fósforo total, ya que el fósforo puede estar presente en combinación con la materia orgánica. La cantidad de fósforo total en una muestra se expresa como mg de P/L total. El Standard Methods 20ed. recomienda el enfoque ácido sulfúrico-ácido nítrico como técnica digestiva para la mayoría de los materiales y encuentra recuperaciones suficientes., Sin embargo, el rango de concentración de las muestras está entre 0,05 y la concentración más alta que puede diluirse de forma fiable. Las muestras de aguas superficiales y residuales se analizan con este método en un rango de lecturas de concentración entre 0,05 y 1,0 mg P-PO₄/L. Las dos fases principales en el análisis del fósforo son (a) convertir la forma de fósforo total en ortofosfato disuelto, y (b) medir el ortofosfato disuelto utilizando un colorímetro. Sólo el

ortofosfato forma ese color azul en esta prueba; el molibdato de amonio y el tartrato de antimonio y potasio reaccionan con el ortofosfato para formar un heteropoliácido llamado ácido fosfomolibdico, que luego se reduce por el ácido ascórbico a un complejo azul de molibdeno de color brillante.

ENSAYO DE NITROGENO TOTAL

El principio del procedimiento que se describe a continuación (análisis elemental), se basa en una combustión inmediata de la muestra, que finalmente resulta en la liberación de todo el nitrógeno contenido en la muestra (N orgánico e inorgánico) en forma de nitrógeno gaseoso. El nitrógeno gaseoso se separa de otros compuestos gaseosos por cromatografía de gases, para procederse a su cuantificación. La muestra se acidula previamente a pH 3. La determinación se debe efectuar con varias repeticiones por muestra (se aconsejan cuatro repeticiones). - Se introduce una alícuota de 0,7 ml en una cápsula de estaño apropiada para análisis elemental. - Las cápsulas se llevan al dispositivo automático de muestreo del analizador elemental. - Se procede al ensayo de análisis elemental y determinación automática del contenido en nitrógeno de la muestra, vía electrónica en un ordenador preparado a tal efecto.

ENSAYO DE PH

Se basa en la respuesta del electrodo de vidrio a líquidos con distintos niveles de actividad de iones H^+ . La fuerza electromotriz generada en el electrodo de vidrio está linealmente relacionada con el pH del medio. La temperatura de la muestra debe tenerse en cuenta porque influye en la fuerza electromotriz que determina el nivel de pH.

Con soluciones patrón de pH conocidas (tampones) se calibra el electrodo. - La muestra se coloca en un agitador magnético y se agita después de introducir una varilla agitadora recubierta de teflón (imán). - Cuando la lectura del pH-metro se estabiliza tras ajustar la temperatura, se lee el valor del pH.

Para justificar la investigación, se planteó lo siguiente

Buscar determinar el efecto de la Pistia stratiotes “Lechuguita de agua” en la remoción de fosfato y nitratos en aguas residuales municipales, obtenida a través de diseños y ensayos, al investigar las problemáticas en la cantidad de agua residual que existe actualmente y más en nuestra localidad, se logró investigar que en Chimbote existe un gran volumen de agua que es vertida a la piscina de oxidación de las cuales no existe porcentaje que es reutilizado.

Por lo consiguiente, la realidad problemática es la siguiente:

Debido a que a las aguas residuales no son utilizados en su mayoría, se busca el empleo de estas mediante la capacidad biofiltradora de esta especie de planta, analizar cuál de es el efecto de la Pistia stratiotes en la remoción de fosfatos y nitratos, para disminuir costos en los tratamientos de aguas debido a que utilizando químicos se hace mucho más engorroso y caro a la vez como también reducir el impacto ambiental que causan las aguas residuales.

Esto nos llevó a plantear el problema de la siguiente manera:

¿Cuál es el Nivel de remoción de nitratos y fosfatos de la Pistia stratiotes en las aguas residuales municipales en el Distrito de Nuevo Chimbote?

Para lo cual su conceptualización y operacionalización de variables es la siguiente:

Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Nivel de remoción de nutrientes	Capacidad de lograr un efecto deseado empleando recursos mínimos en un tiempo menor (Cubillos, 2008).	Capacidad de la Pistia stratiotes para lograr una disminución de los nutrientes en las aguas residuales municipales. Medido en Mg/l mediante las pruebas de Fósforos y Nitratos Totales	Cantidad de Fosfato Cantidad de Nitratos Escala de pH	Normas ECA Nitrato 0.04 Mg/l Fosfato 0.04 Mg/

Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Número de días de Cultivo de la Pistia stratiotes	Es la práctica de sembrar plantas en el agua y realizar los cuidados necesarios para su crecimiento, desarrollo y reproducción.	Es la práctica de sembrar la planta <i>Pistia stratiotes</i> en agua residuales domésticas y realizar los cuidados necesarios para su crecimiento, desarrollo y reproducción en un determinado tiempo.	Propiedades físicas de la Pistia stratiotes Propiedades químicas de la Pistia stratiotes Ambiente o condición	Promedio
	Las plantas absorben del agua los nutrientes que se requiera para su metabolismo, siendo el Fósforo, Amonio los más importantes.	Las <i>Pistia stratiotes</i> absorben del agua los nutrientes que se requiera para su metabolismo, siendo el Fósforo, y nitrato los más importantes.		

Basándonos en la información obtenida, se plantea la siguiente hipótesis

La *Pistia stratiotes* tendrá un nivel de remoción máximo de 80 % en nitratos y fosfatos en las lagunas de La Gaviota y Campamento Atahualpa a partir del vertimiento de aguas residuales municipales del Distrito de Nuevo Chimbote.

De lo antes mencionado se tuvo como objetivo principal:

Evaluar la capacidad de biofiltración utilizada en condiciones controladas para medir la cantidad de remoción de nitratos y fosfatos en las aguas residuales municipales del Distrito de Nuevo Chimbote vertidas a las lagunas La Gaviota y Campamento Atahualpa. de la *Pistia stratiotes*.

Teniendo Objetivos Específicos:

- Determinar la cantidad de fosfato, nitrato 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.
- Identificar si las cantidades de nitrato y fosfato de los puntos Las Brisas-El Dorado cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
- Determinar las cantidades de Fosfatos, Nitratos, pH en las aguas residuales de Nuevo Chimbote a 15, 30 y 40 días de estar en el reactor.
- Determinar el nivel remoción de nitratos, fosfatos y pH que puede llegar a alcanzar la *Pistia stratiotes* en periodos de 15, 30 y 40 días en los reactores.

- Verificar si las cantidades de nitrato y fosfato obtenidas en los reactores después de 40 días cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

II. METODOLOGIA

TIPOS Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio, teniendo en cuenta la utilización de información preexistente. Los conocimientos creados por la investigación fundamental sirven de base para la investigación aplicada, que es cuantitativa y se centra en la identificación de problemas y la definición de estrategias de solución. Con su capacidad de biofiltración en la eliminación de nutrientes de las aguas residuales municipales, se pretende probar y cuantificar la eliminación de nitratos y fosfatos de Pistia Stratiotes.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación será Experimental de nivel **Cuasi Experimental**, ya que el proyecto de investigación permite manipular una de las variables independiente, ya que mediante la aplicación de este diseño se determinará la remoción de nitratos y fosfatos de la Pistia stratiotes en aguas residuales. Está orientada a evaluar y cuantificar la remoción de la Pistia stratiotes en nitratos y fosfatos en aguas residual, a través de la toma de muestras de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan en el mar y en la Laguna de oxidación de Nuevo Chimbote

POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN

La población es el conjunto de muestras de aguas residuales Municipales del Distrito de Nuevo Chimbote.

MUESTRA

Se recolectaron 360 litros de solución de agua residual como muestra de las estaciones de descarga de Laguna Campamento Atahualpa y Laguna La Gaviota. Los 60 litros que contienen 6 macrófitas se utilizarán para tener una proporción entre los dos tipos de muestra debido a que no existe una norma que especifique la cantidad de agua residual necesaria para un estudio de remoción. Se utilizará una proporción mayor de 10 litros por macrófito porque es bien sabido que una proporción de 1 macrófito por 5 litros produce buenos resultados en la remoción de nutrientes.

TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

TÉCNICA E INSTRUMENTOS

Dado que el viernes es el día de máxima concentración de nutrientes, la muestra se tomará ese día. Antes de utilizar la técnica de muestreo, las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) utilizarán la técnica de observación del control del agua para las estaciones depuradoras, que incluye la ubicación del punto de control, el etiquetado de las muestras y los informes de control de efluentes/influentes para las EDAR, mediante fichas de observación para la determinación del fosfato. Las pruebas de 15, 30 y 40 días se realizarán de la misma manera.

PROCESO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- Para los estudios de 15, 30 y 40 días, añade 60 litros de aguas residuales domésticas a los reactores, según corresponda.
- Recoger plantas de *Pistia stratiotes* de distintas edades y tamaños para determinar cuáles tienen tendencia a ser más resistentes al contacto directo con los nutrientes.
- Recoger plantas maduras porque éstas apenas afectaban a su organismo (aparte de que algunas de sus hojas se volvían marrones o morían).
- Dar a la planta *Pistia stratiotes* un periodo de adaptación de 30 días antes de instalarla en los reactores.
- Los viernes, día de mayor concentración de nutrientes (nitratos y fosfatos), recolectar 120 litros de aguas residuales municipales de la Laguna La Gaviota y la Laguna Campamento Atahualpa.
- Inserción de las seis plantas *estratiotes* de *Pistia* en los reactores indicados anteriormente. Es importante señalar que las dimensiones (longitud de raíz y hoja) de las seis plantas serán comparables.
- Se utilizaron 250 ml de aguas residuales municipales; estas aguas residuales se analizarán posteriormente en botella en el Laboratorio de Control de Calidad-SEDALIB.SA.
- La cantidad de fósforo total en los lugares mencionados se medirá mediante la técnica del Fósforo Total y se expresará en unidades de mg P/L.

- La cantidad de nitratos totales en los lugares mencionados se medirá en unidades de mg N NO₃/L utilizando la técnica de la cantidad de nitratos.
- Después de 15 días se procederá a la extracción de la muestra en los dos reactores. La muestra se extraerá en 250 ml.
- Los 250 ml. se entregarán lo antes posible al laboratorio de Control de Calidad de Sedalib.sa.
- Se determinará la cantidad de fósforo total y la cantidad de nitratos mediante la técnica del fósforo total.
- Se procederá a la extracción de muestras en los dos reactores al cabo de 30 días. Se tomará una muestra de 250 ml.
- Los 250 ml. se entregarán lo antes posible en el Laboratorio de Control de Calidad de Sedalib.sa.
- La muestra se tomará de los dos reactores al cabo de 40 días. La muestra se extraerá en 250 ml.
- Los 250 ml. se entregarán lo antes posible al laboratorio de Control de Calidad- SEDALIB.SA.
- Crearemos tablas con los datos que hemos recogido para poder ver nuestros resultados.

III. RESULTADOS

Para la realización del análisis se recolectó 360 litros de muestra de agua residual doméstica del Distrito de Nuevo Chimbote.

RESULTADO DE ENSAYOS DE FÓSFOROS TOTALES

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS PATRON P-1 EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA

Tabla 2

Resultado del ensayo fósforos totales de la muestra patrón p-1 en el punto laguna la gaviota.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
P-1	Viernes, 20 de Octubre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.6 °C	0.50	mg P/L

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

Tabla 3

Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra Patrón P-1 en el Punto Campamento Atahualpa.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
P-1	Viernes, 27 de Octubre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.6 °C	0.70	mg P/L

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 01L Y 02L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 15 DÍAS.

Tabla 4

Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 01L en el Punto Laguna La Gaviota a los 15 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
01L	Lunes, 06 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	0.29	mg P/L

Tabla 5

Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 02L en el Punto Campamento Atahualpa a los 15 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
02L	Lunes, 13 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.2 °C	0.30	mg P/L

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 03L Y 04L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 30 DÍAS.

Tabla 6

Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 03L en el en el Punto Laguna La Gaviota a los a los 30 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
03L	Lunes, 20 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.5 °C	0.08	mg P/L

Tabla 7

Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 30 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
04L	Lunes, 27 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.2 °C	0.06	mg P/L

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 05L Y 06L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 40 DÍAS.

Tabla 8

Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 05L en el Punto Laguna La Gaviota a los a los 40 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
05L	Jueves, 30 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	0.06	mg P/L

Tabla 9

Resultado del Ensayo Fósforos totales de la muestra del reactor 06L en el Punto Campamento Atahualpa a los 40 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
06L	Viernes, 08 de Diciembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	0.05	mg P/L

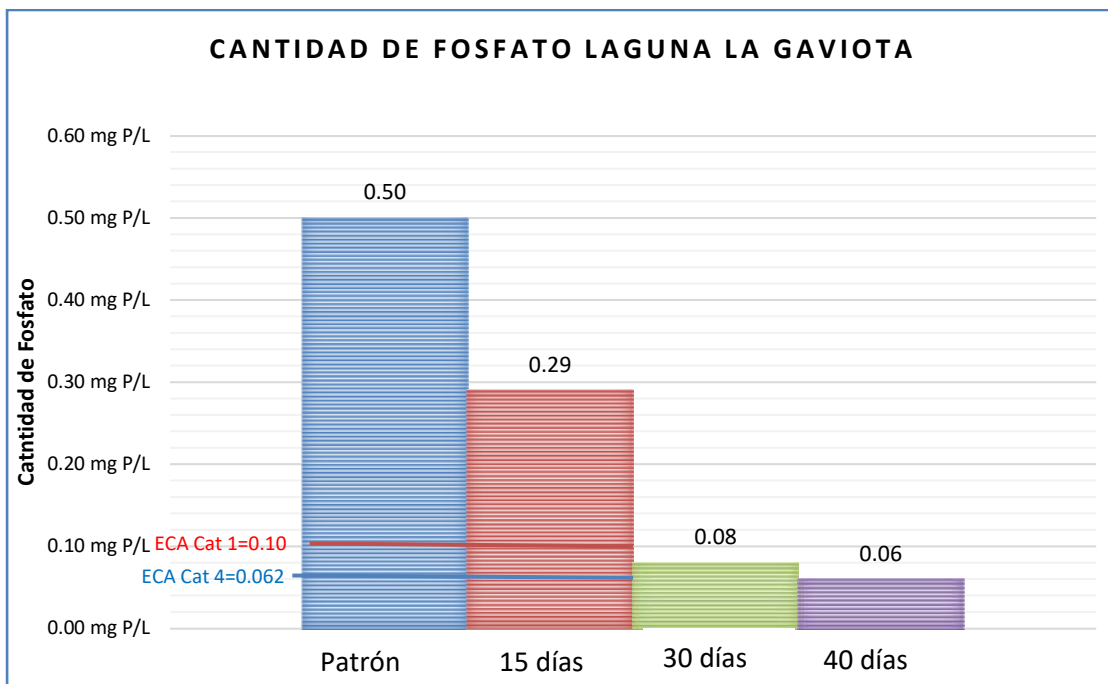


Figura 4: Cantidad de fosfato en la laguna La Gaviota

En el figura N°04 se observa las cantidades de fosfatos de la muestra tomada de la Laguna La Gaviota teniendo una muestra patrón con 0.50 mg P/L que a través de los días que está en el reactor logra disminuir hasta 0.06 mg P/L luego de 40 días de estar en el reactor.

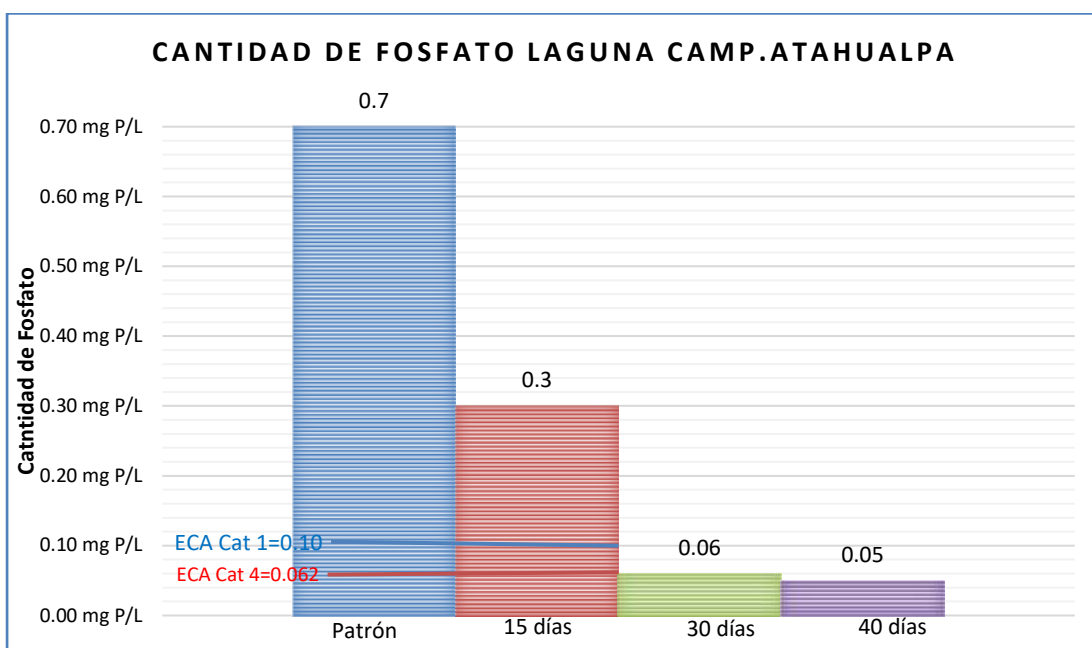


Figura 5: Cantidad de fosfatos en la laguna Campamento Atahualpa

En el figura N°05 se observa las cantidades de fosfatos Teniendo una muestra de referencia con 0.70 mg P/L que logra bajar durante los días que está en el reactor a 0.050 mg P/L después de 40 días de estar en el reactor, la muestra tomada de la Laguna Campamento Atahualpa.

RESULTADO QUÍMICO DE ENSAYO DE NITRATOS TOTALES.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBA DE PH PATRON P-1 EN EL PUNTO LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA.

Tabla 10

Resultado del Ensayo de Nitratos totales muestra Patrón P-1 en el Punto Laguna La Gaviota.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
P-1	Viernes, 20 de Octubre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.6 °C	4.46	mg N-N03/L

Tabla 11

Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra Patrón P-1 en el Punto Campamento Atahualpa.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
P-1	Viernes, 27 de Octubre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.6 °C	6.74	mg N-N03/L

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 01L Y 02L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 15 DÍAS

Tabla 12

Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 01L el Punto Laguna La Gaviota a los 15 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
01L	Lunes, 06 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	2.95	mg N-N03/L

Tabla 13

Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 02L en el Punto Campamento Atahualpa a los 15 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
02L	Lunes, 13 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.2 °C	3.34	mg N-N03/L

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 03L Y 04L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 30 DÍAS.

Tabla 14

Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 03L en el Punto Laguna La Gaviota a los 30 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
03L	Lunes, 20 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.5 °C	1.74	mg N-N03/L

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

Tabla 15

Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 30 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
04L	Lunes, 27 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.2 °C	2.21	mg N-N03/L

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 05L Y 06L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 40 DÍAS.

Tabla 16

Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 05L en el Punto Laguna La Gaviota a los 40 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
05L	Jueves, 30 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	0.96	mg N-N03/L

Tabla 17

Resultado del Ensayo de Nitratos totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 40 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
06L	Viernes, 08 de Diciembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	0.46	mg N-N03/L

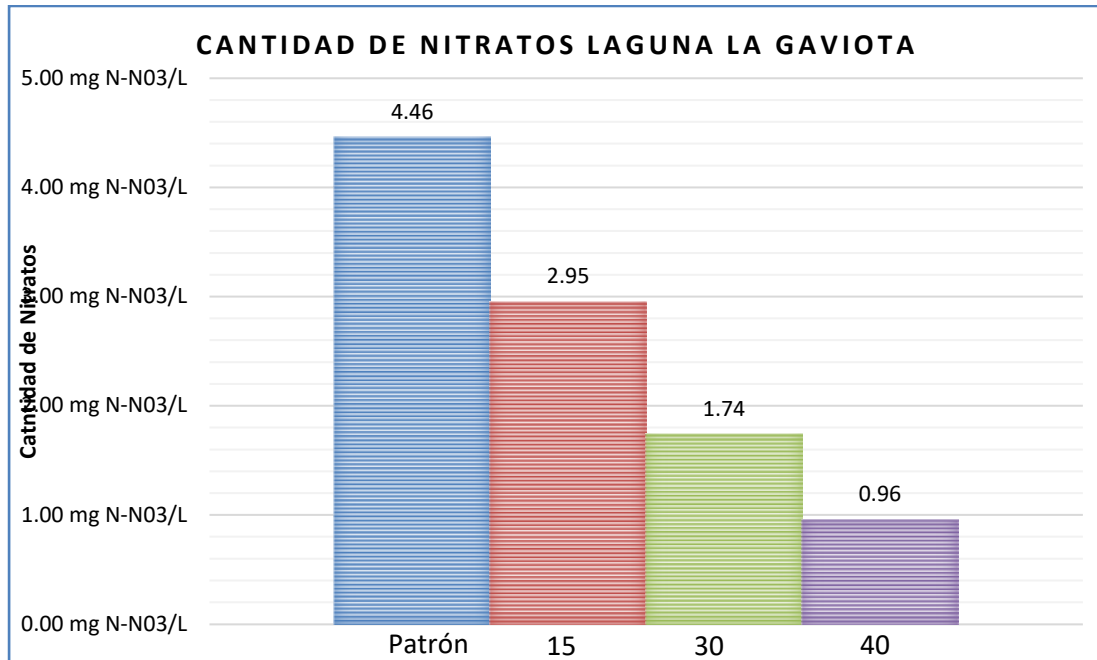


Figura 6: Cantidad de Nitratos en la laguna la Gaviota

En el figura N°06 se observa las cantidades de nitratos de la muestra tomada de la Laguna La Gaviota teniendo una muestra patrón con 4.46 mg N-NO₃/L que a través de los días que está en el reactor logra disminuir hasta 0.96 N-NO₃/L luego de 40 días de estar en el reactor.

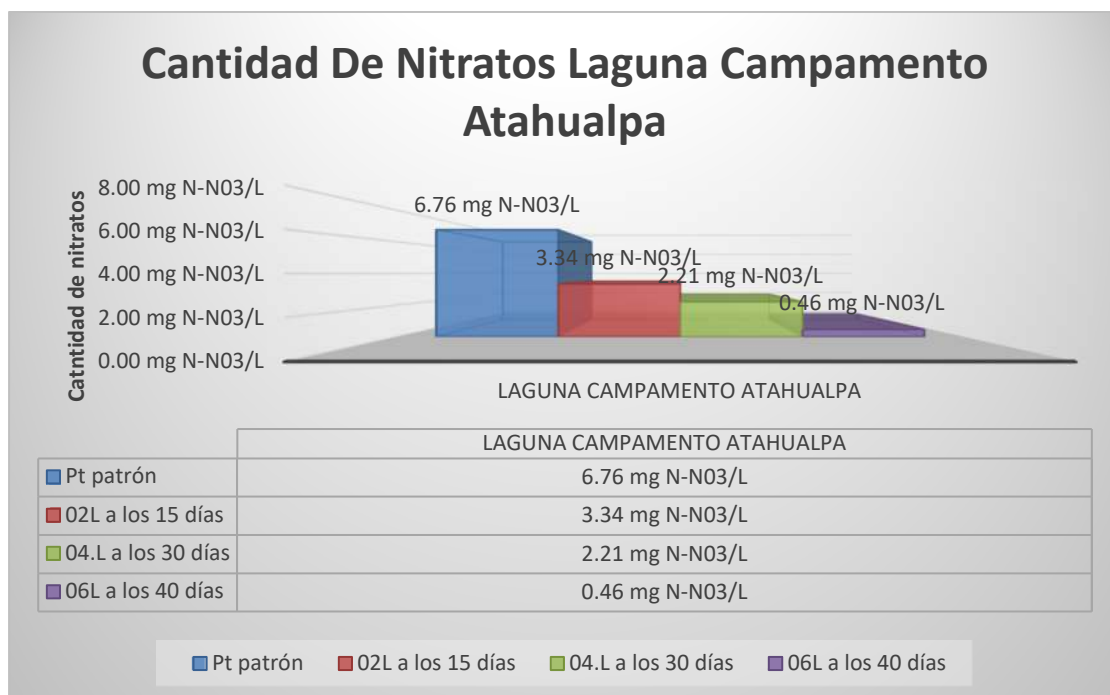


Figura 7: Cantidad de nitratos en la Laguna Campamento Atahualpa

En el Figura N°07 se observa las cantidades de nitratos de la muestra tomada de la Laguna Campamento Atahualpa con muestra patrón 6.76 mg N-NO₃/L, través de los días que está en el reactor logra disminuir hasta 0.46 mg N-NO₃/L luego de 40 días de estar en el reactor.

RESULTADO QUÍMICO DE ENSAYO DE PH.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBA DE PH PATRON P-1 EN EL PUNTO LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA.

Tabla 18

Resultado del Ensayo de pH de la muestra del Patron P-1 en el Punto Laguna La Gaviota

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
P-1	Viernes, 20 de Octubre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.6 °C	6.92	

Tabla 19

Resultado del Ensayo de pH de la muestra del Patrón P-1 en el Punto Laguna Campamento Atahualpa

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
P-1	Viernes, 27 de Octubre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.6 °C	7.43	

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 01L Y 02L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 15 DÍAS

Tabla 20

Resultado del Ensayo de pH de la muestra del reactor 01L en el Punto Laguna La Gaviota a los 15 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
01L	Lunes, 06 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	7.17	

Tabla 21

Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 02L en el Punto Campamento Atahualpa a los 15 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
02L	Lunes, 13 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.2 °C	7.44	

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 03L Y 04L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 30 DÍAS

Tabla 22

Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 03L en el Punto Laguna La Gaviota a los 30 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
03L	Lunes, 20 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.5 °C	7.24	

Tabla 23

Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 04L en el Punto Campamento Atahualpa a los 30 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
04L	Lunes, 27 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.2 °C	7.47	

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE LAS MUESTRAS 05L Y 06L EN LA LAGUNA LA GAVIOTA Y LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA A LOS 40 DÍAS

Tabla 24

Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 05L en el Punto Laguna La Gaviota a los 40 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
05L	Jueves, 30 de Noviembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	7.40	

Tabla 25

Resultado del Ensayo de pH totales de la muestra del reactor 06L en el Punto Campamento Atahualpa a los 40 días en el reactor.

Tipo de Muestra	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Tipo de Agua	Temperatura	Resultado	Unidad
06L	Viernes, 08 de Diciembre de 2017	6:30 am	Agua Residual Municipal	23.1 °C	7.49	

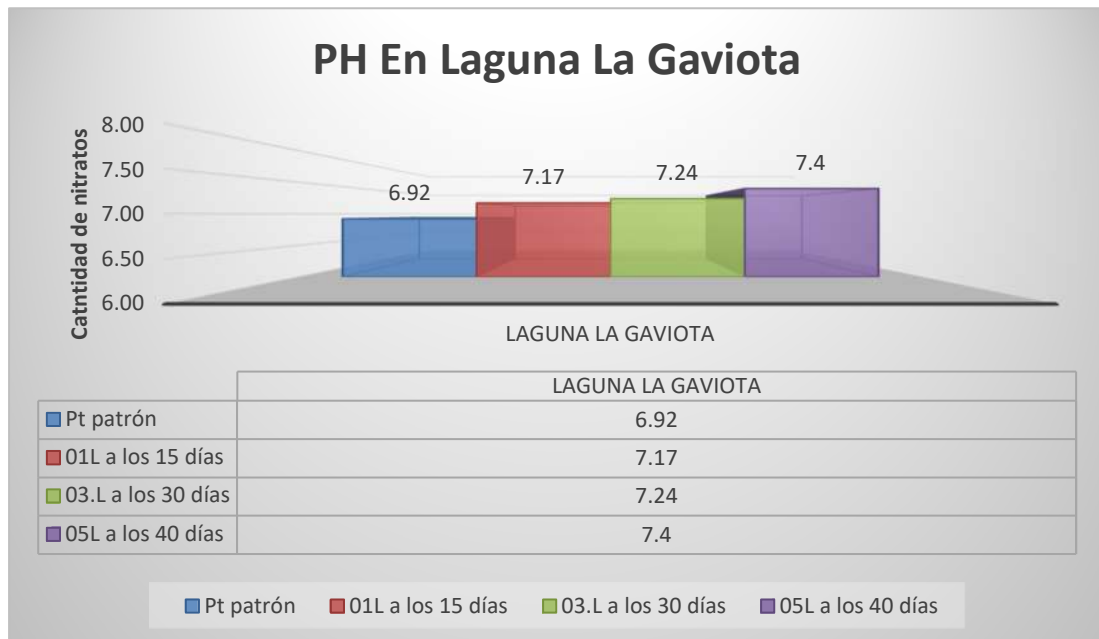


Figura 8: Cantidad de pH en la Laguna La Gaviota

En el figura N°08 se observa las cantidades de pH de la muestra tomada de la Laguna La Gaviota teniendo una muestra patrón de 6.92 que a través de los días que está en el reactor logra aumentar para convertirse en base con 7.40 luego de 40 días de estar en el reactor.

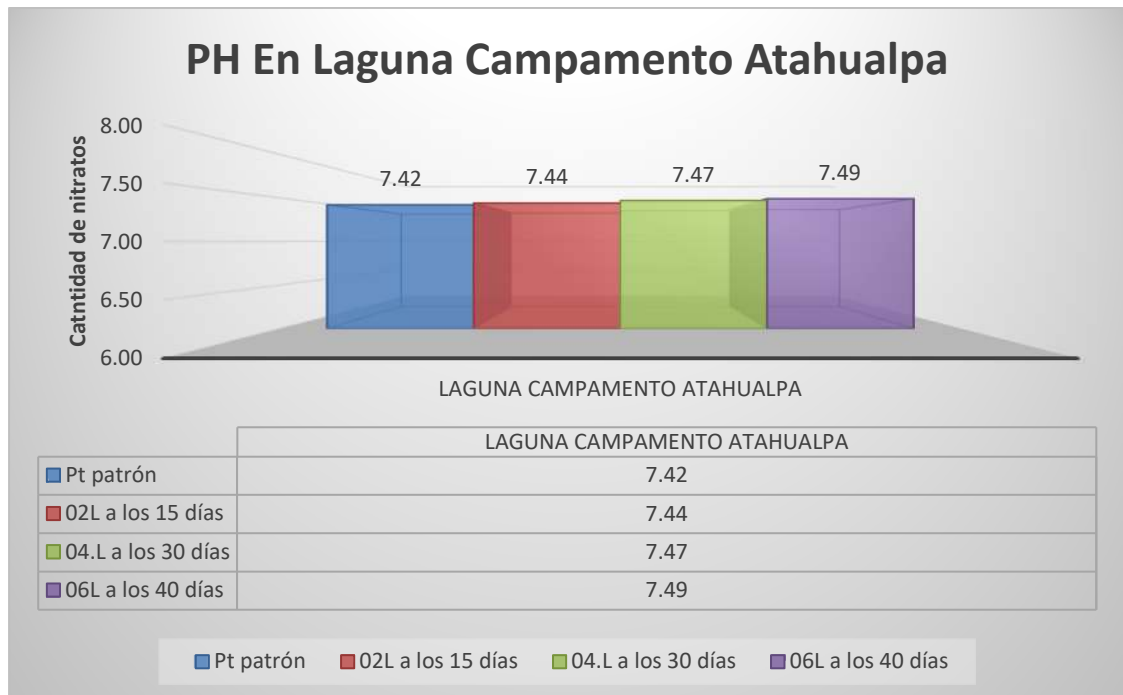


Figura 9: Cantidad de pH en Laguna Campamento Atahualpa

En el figura N°09 se observa las cantidades de pH de la muestra tomada de la Laguna Campamento Atahualpa teniendo una muestra patrón de 7.42 que a través de los días que está en el reactor logra aumentar para convertirse en base con 7.49 luego de 40 días de estar en el reactor.

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE LA PISTIA STRATIOTES

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE FOSFATOS

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE FOSFATO DE LA PISTIA STRATIOTES “LECHUGUITA DE AGUA” EN 15 DÍAS

Porcentaje de remoción en el reactor 01.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna La Gaviota.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(0.50 - 0.29)}{0.50} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 42.00 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°01 y N°03 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 15 días empleando 6 plantas es del 42.00 %.

Porcentaje de remoción en el reactor 02.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna Campamento Atahualpa.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(0.70 - 0.30)}{0.70} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 57.14 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°02 y N°04 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 15 días empleando 6 plantas es del 57.14%.

**PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE FOSFATO DE LA PISTIA STRATIOTES
“LECHUGUITA DE AGUA” EN 30 DÍAS**

Porcentaje de remoción en el reactor 03.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna La Gaviota.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(0.50 - 0.08)}{0.50} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 84.00 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°01 y N°05 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 30 días empleando 6 plantas es del 84.00 %.

Porcentaje de remoción en el reactor 04.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna Campamento Atahualpa.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(0.70 - 0.06)}{0.70} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 91.43\%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°02 y N°06 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 30 días empleando 6 plantas es del 91.43%.

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE FOSFATO DE LA PISTIA STRATIOTES “LECHUGUITA DE AGUA” EN 40 DÍAS

Porcentaje de remoción en el reactor 05.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna La Gaviota.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(0.50 - 0.06)}{0.50} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 88.00 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°01 y N°07 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 40 días empleando 6 plantas es del 88.00 %.

Porcentaje de remoción en el reactor 06.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna Campamento Atahualpa.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(0.70 - 0.05)}{0.70} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 92.86\%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°02 y N°08 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 40 días empleando 6 plantas es del 92.86%.

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE FOSFATO EN LA LAGUNA LA GAVIOTA

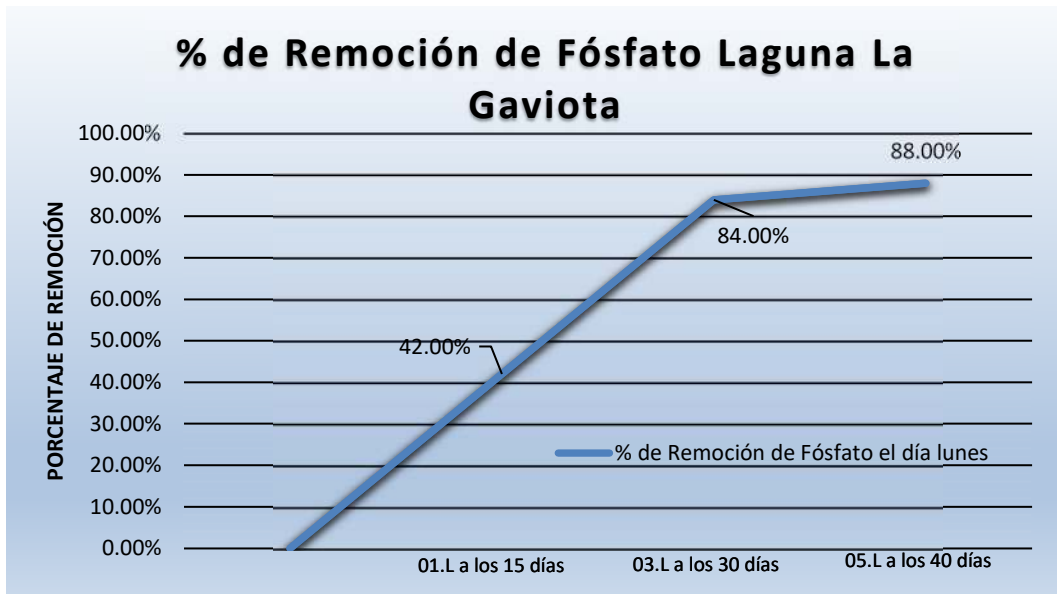


Figura 10: Porcentaje de remoción de Fosfato en la Laguna La Gaviota

En el figura N°10, se observa que pasado 15 días en el reactor 01.L respecto a la muestra Pt se obtiene un porcentaje de remoción de 42.00 %, a los 25 días pasados en el reactor 03.L se obtiene un porcentaje de remoción de 84.00 %, a los 40 días pasados

en el reactor 05.L se obtiene un porcentaje de remoción de 88.00 %. Notando que a los 40 días se obtiene una mayor remoción de fosfato.

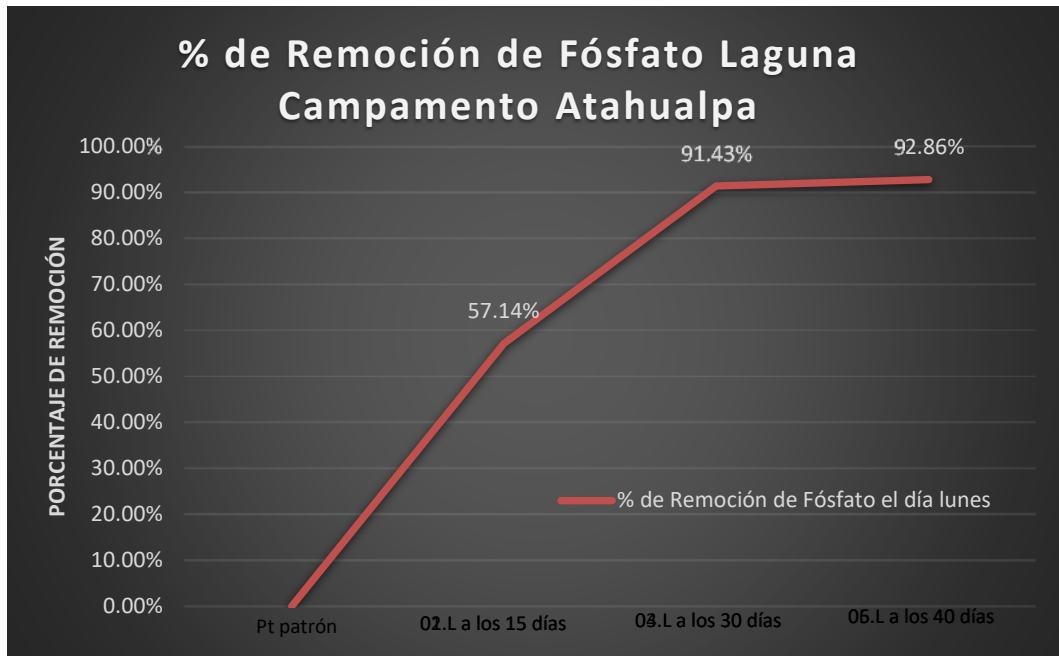


Figura 11: Porcentaje de Remoción de Fosfato en la Laguna Campamento Atahualpa

En el figura N°11, se observa que pasado 15 días en el reactor 02.L respecto a la muestra Pt se obtiene un porcentaje de remoción de 57.14 %, a los 25 días pasados en el reactor 04.L se obtiene un porcentaje de remoción de 91.43 %, a los 40 días pasados en el reactor 06.L se obtiene un porcentaje de remoción de 92.86 %. Notando que a los 40 días se obtiene una mayor remoción de fosfato.

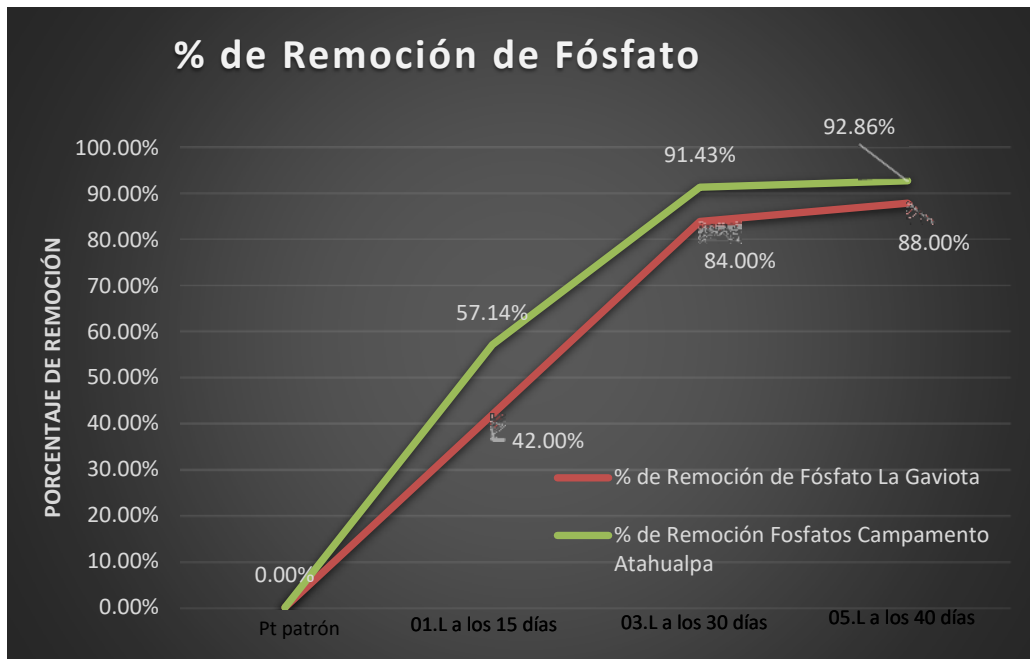


Figura 12: Porcentaje de remoción de Fosfatos en la Laguna La Gaviota y Campamento Atahualpa

En el figura N°12, se observa que pasado 15 días en ambas muestras, hay un mayor porcentaje en el Reactor 02L perteneciente a la muestra de la Laguna Campamento Atahualpa con una remoción de 57.14 %, a los 30 días en ambas muestras; hay un mayor porcentaje en el Reactor 04L con una remoción de 91.43 %, a los 40 días en ambas muestras; hay un mayor porcentaje en el Reactor 06L con una remoción de 92.86 %, De la gráfica se observa que entre los 30 y 40 días no existe mucha diferencia de remoción en ambos casos.

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE NITRATOS

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE NITRATOS DE LA *PISTIA STRATIOTES* “LECHUGUITA DE AGUA” EN 15 DÍAS

Porcentaje de remoción en el reactor 01.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna La Gaviota.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(4.46 - 2.95)}{4.46} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 33.86 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°01 y N°03 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 15 días empleando 6 plantas es del 33.86 %.

Porcentaje de remoción en el reactor 02.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna Campamento Atahualpa.

$$\%Remoción = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(6.76 - 3.34)}{6.76} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 50.59 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°02 y N°04 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 15 días empleando 6 plantas es del 50.59%.

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE NITRATOS DE LA PISTIA STRATIOTES “LECHUGUITA DE AGUA” EN 30 DÍAS

Porcentaje de remoción en el reactor 03.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna La Gaviota.

$$\%Remoción = \frac{(Mf - Mi)}{Mf} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(4.46 - 1.74)}{4.46} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 60.99 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°01 y N°05 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 30 días empleando 6 plantas es del 60.99 %.

Porcentaje de remoción en el reactor 04.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna Campamento Atahualpa.

$$\%Remoción = \frac{(Mf - Mi)}{Mf} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(6.76 - 2.21)}{6.76} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 67.31\%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°02 y N°06 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 30 días empleando 6 plantas es del 67.31%.

PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE NITRATOS DE LA PISTIA STRATIOTES “LECHUGUITA DE AGUA” EN 40 DÍAS

Porcentaje de remoción en el reactor 05.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna La Gaviota.

$$\%Remoción = \frac{(Mf - Mi)}{Mf} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(4.46 - 0.96)}{4.46} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 78.48 \%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°01 y N°07 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 40 días empleando 6 plantas es del 78.48 %.

Porcentaje de remoción en el reactor 06.L respecto a la muestra Pt en el Punto Laguna Campamento Atahualpa.

$$\%Remoción = \frac{(Mf - Mi)}{Mf} \times 100\%$$

$$\%Remoción = \frac{(6.76 - 0.46)}{6.76} \times 100\%$$

$$\%Remoción = 93.20\%$$

De los datos obtenidos de las tabla N°02 y N°08 obtiene que el efecto de remoción de la *Pistia stratiotes* en un periodo de 40 días empleando 6 plantas es del 93.20%.

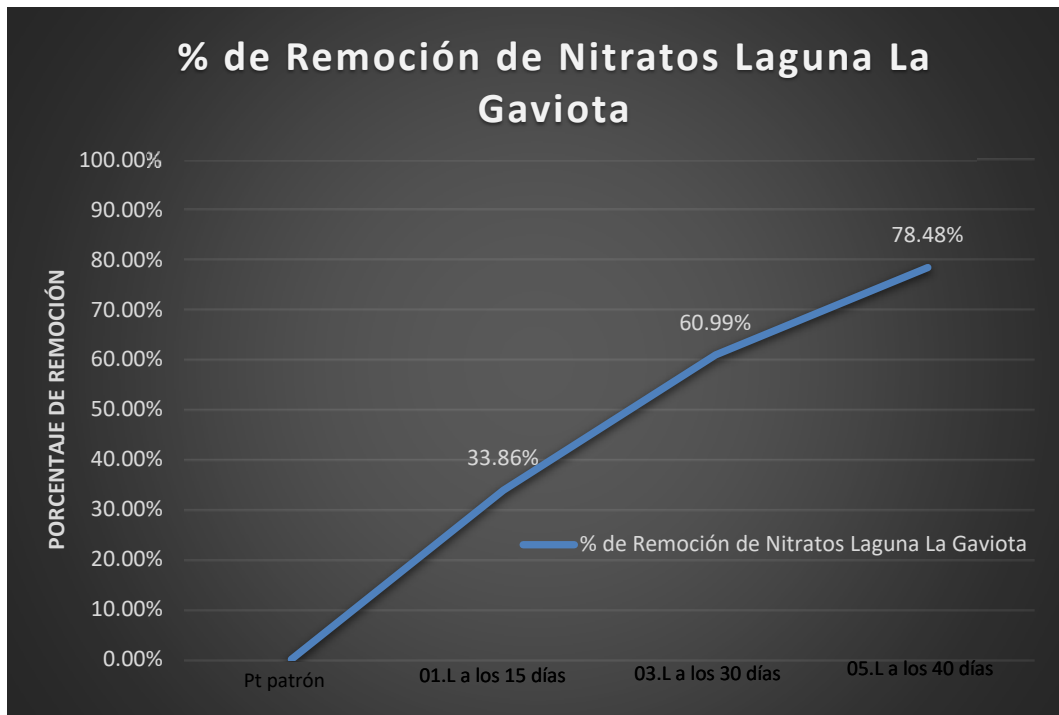


Figura 13: Porcentaje de remoción de nitratos de la Laguna La Gaviota

En el figura N°13, se observa que pasado 15 días en el reactor 01.L respecto a la muestra Pt se obtiene un porcentaje de remoción de 33.86 %, a los 25 días pasados en el reactor 03.L se obtiene un porcentaje de remoción de 60.99 %, a los 40 días pasados en el reactor 05.L se obtiene un porcentaje de remoción de 78.48 %. Notando que a los 40 días se obtiene una mayor remoción de fosfato.

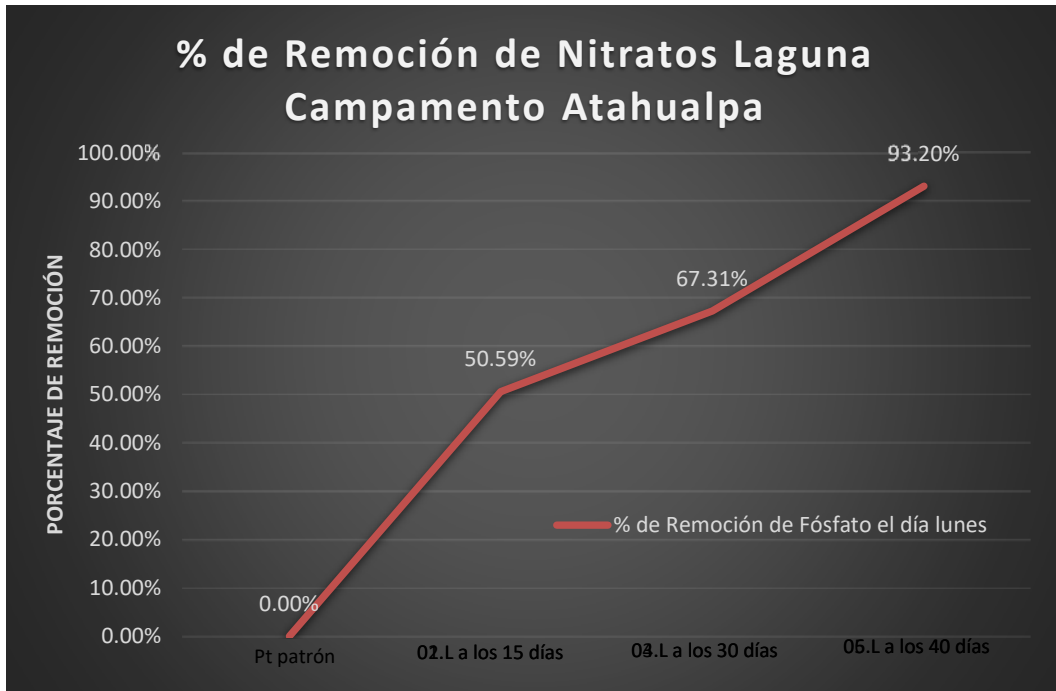


Figura 14: Porcentaje de Remoción de Nitratos en la Laguna Campamento Atahualpa

En el figura N°14, se observa que pasado 15 días en el reactor 02.L respecto a la muestra Pt se obtiene un porcentaje de remoción de 50.59 %, a los 25 días pasados en el reactor 03.L se obtiene un porcentaje de remoción de 67.31 %, a los 40 días pasados en el reactor 05.L se obtiene un porcentaje de remoción de 93.20 %. Notando que a los 40 días se obtiene una mayor remoción de fosfato.

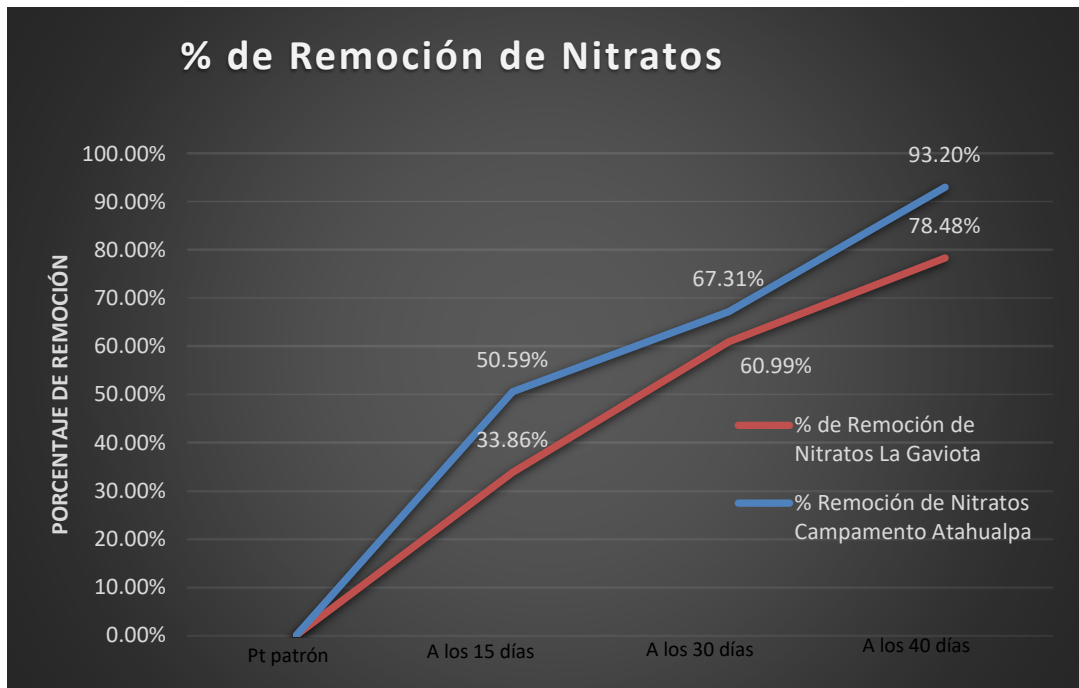


Figura 15: Porcentaje de Remoción de Nitratos en la Laguna La Gaviota y Campamento Atahualpa

En el figura N°15, se observa que pasado 15 días en ambas muestras, hay un mayor porcentaje en el Reactor 02L perteneciente a la muestra de la Laguna Campamento Atahualpa con una remoción de 50.59 %, a los 30 días en ambas muestras, hay un mayor porcentaje en el Reactor 04L con una remoción de 67.31 %, a los 40 días en ambas muestras, hay un mayor porcentaje en el Reactor 06L con una remoción de 93.20%.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se obtiene porcentajes altos de remoción de fosfatos y nitratos en los reactores debido a que las plantas tienen como principal alimento los fosfatos y nitratos. Estos nutrientes al moverse por toda la estructura de la planta juegan un papel importante en los procesos esenciales de las plantas, uno de ellos la fotosíntesis. Cabe mencionar que los fosfatos y nitratos actúan directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Melo, L. (2014), afirma que la remoción de fosfatos de la *Pistia stratiotes* en un volumen de 200 Lt con concentraciones de fosfato en el rango de 0.17 a 0.74 mg P/L en los 41 días de trabajo experimental llega a 94.73%, sin embargo, en la presente investigación a los 40 días de trabajo experimental en el reactor 05.L se obtiene un porcentaje de remoción de 88.00%, en el reactor 06.L se obtiene un porcentaje de remoción de 92.86%.

Lara, J. (2006), menciona que la *Pistia stratiotes* Debido a su lento crecimiento y a su capacidad para adquirir elementos del medio con alta carga orgánica, no ha demostrado tener un impacto especialmente excelente en el reciclado de efluentes en comparación con otras especies como el nenúfar; tarda más de 27 días en absorber los fosfatos. teniendo como porcentaje de remoción promedio de 2.36%. Sin embargo, el resultado obtenido a 30 días da un porcentaje de remoción de 84.00 % reduciendo cantidades de 0.50 a 0.08 mg P/l en el caso de la Laguna La Gaviota y un porcentaje de remoción de 91.43% reduciendo cantidades de 0.70 a 0.06 mg P/L. Con respecto a la remoción de nitratos se obtiene porcentaje de remoción de 60.99% y 67.31% en el trigésimo día en los reactores 03.L y 04.L

Chupán, C. (2014), menciona que en el décimo quinto día el porcentaje de remoción de nitratos que alcanzó la Pistia Stratiotes fue de 62.69% y que el trigésimo día tuvo porcentajes de remoción de nitratos de 73.3% y 83.18% en sus dos reactores, sin embargo en el décimo quinto día en el reactor 01.L y reactor 02.L se obtiene un porcentaje de remoción de nitratos de 33.86% y 50.59% respectivamente. En los reactores 03L y 04L en el trigésimo día se obtuvo porcentajes de remoción de nitratos de 60.99% y 67.31% respectivamente.

Según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se tiene que tener un máximo de 0.032 mg P/l en fosfato para ser vertidos en lagunas y un máximo de 0.062 mg P/l en fosfatos para ser vertidos en ambientes marinos, pero como se observa en los resultados se tiene cantidades de 0.50 mg P/l y 0.70 mg P/l en fosfatos en los puntos de vertido en las Laguna La Gaviota y Laguna Campamento Atahualpa respectivamente, esto significa que no se está cumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) con respecto al fosfato.

Según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se tiene que tener un máximo de 13 mg N-NO₃/l en nitratos para ser vertidos en lagos y lagunas, en este caso si cumple con los valores asignados ya que se tiene cantidades de 4.46 N-NO₃/l y 6.74 N-NO₃/l en las Laguna La Gaviota y Laguna Campamento Atahualpa respectivamente, esto significa que no se está cumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) con respecto al fosfato.

V.CONCLUSIONES

- Las cantidades de fosfatos que se encuentran en las lagunas La Gaviota y Campamento Atahualpa son de 0.50 mg P/l y 0.70 mg P/l respectivamente demostrando que ninguna de las mencionadas cumple con los parámetros del ECA. Las cantidades de nitratos que se encuentran en las lagunas La Gaviota y Campamento Atahualpa son de 4.46 N-NO₃/l y 6.76 N-NO₃/l respectivamente. El pH que se encuentran en las lagunas La Gaviota y Campamento Atahualpa son de 6.92 y 7.42.

- Las cantidades de fosfatos en 01L y 02L a 15 días de estar en los reactores son de 0.29 mg P/l y 0.30 mg P/l respectivamente. Las cantidades de nitratos en 01L y 02L a 15 días en los reactores son de 2.95 N-NO₃/l y 3.34 N-NO₃/l respectivamente. Las cantidades de pH en 01L y 02L a 15 días en los reactores son de 7.17 y 7.44.

- Las cantidades de fosfatos en 03L y 04L a 30 días de estar en los reactores son de 0.08 mg P/l y 0.06 mg P/l respectivamente. Las cantidades de nitratos en 03L y 04L a 30 días en los reactores son de 1.74 N-NO₃/l y 2.21 N-NO₃/l respectivamente. Las cantidades de pH en 03L y 04L a 30 días en los reactores son de 7.24 y 7.47.

- Las cantidades de fosfatos en 05L y 06L a 40 días de estar en los reactores son de 0.06 mg P/l y 0.05 mg P/l respectivamente. Las cantidades de nitratos en 05L y 06L a 40 días en los reactores son de 0.96 N-NO₃/l y 0.46 N-NO₃/l respectivamente. Las cantidades de pH en 05L y 06L a 40 días en los reactores son de 7.48 y 7.49.

- Las cantidades de fosfatos en 05L y 06L a 40 días de estar en los reactores son de 0.06 mg P/l y 0.05 mg P/l respectivamente, lo cual cumple con los parámetros de

Estandares Nacionales de Calidad Ambientales para agua en la Categoría 1-A que tiene un valor de 0.1 mg/l, para la Categoría 2 Agua de Mar que tiene un valor de 0.062 mg/l

- El porcentaje de remoción de fosfato a los 15 días: en el reactor 01.L es de 42.00%, en el reactor 02.L es de 57.14%. El porcentaje de remoción de nitratos a los 15 días: en el reactor 01.L es de 33.86%, en el reactor 02.L es de 50.59%.

- El porcentaje de remoción de fosfato a los 30 días: en el reactor 03.L es de 84%, en el reactor 04.L es de 91.43%. El porcentaje de remoción de nitratos a los 30 días: en el reactor 01.L es de 60.99%, en el reactor 02.L es de 67.31%.

- El porcentaje de remoción de fosfato a los 40 días: en el reactor 05.L es de 88.00%, en el reactor 06.L es de 92.86%. El porcentaje de remoción de nitratos a los 40 días: en el reactor 05.L es de 74.98%, en el reactor 06.L es de 93.20%.

- La *Pistia stratiotes* logra tener un alto porcentaje de remoción de fosfatos y nitratos en aguas residuales municipales adaptándose a un ambiente controlado, siendo esto una alternativa para el tratamiento de aguas residuales por la cantidad de nutrientes removidos.

- La *Pistia stratiotes* tuvo una vida útil de 45 días en contacto con los diferentes nutrientes de las Aguas Residuales Municipales, removiendo cantidades de nitratos y fosfatos

VI. RECOMENDACIONES

- Debido a la inexistencia de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito, se recomienda la construcción de esta para reducir el impacto del fosfato y nitrato en el medio ambiente y la salud.
- Se recomienda la utilización de la *Pistia Stratiotes* como alternativa para la remoción de nutrientes en las lagunas de oxidación estudiadas para la reducción del impacto ambiental en la zona.
- Realizar el mismo proyecto de investigación, con un mayor volumen de agua, mayor población de *Pistia stratiotes* “Lechuguita de agua” y mayor periodo de tiempo para la obtención de una densidad de planta en un determinado volumen de agua.
- Realizar la experimentación para remoción de metales, debido que las plantas absorben fácilmente los iones de metales, teniendo en cuenta que la toxicidad de los metales pesados no serán detectado en periodos cortos de tiempo, pero si puede haber una reacción a largo plazo.
- Se recomienda retirar las plantas de los reactores en un plazo máximo de 45 días, ya que se pudo apreciar un descoloramiento a los 45 días y una saturación de fosfato a los 60 días. Así mismo, tener un periodo de 30 días para la adaptación de la planta a este nuevo ambiente.
- Se recomienda utilizar plantas de *Pistia stratiotes* que tengan una edad adulta, ya que son las que tienen mayor porcentaje de remoción y una mayor resistencia a los nutrientes removidos.

VII. AGRADECIMIENTO

- *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.*

- *A mi hermano Piero por estar pendiente a cualquier ayuda que necesitaba*

- *A mi asesor Ing. Dante Salazar Sánchez quien me asesoró en el trabajo que aquí presento. Con paciencia me ayudó en la realización para poder culminar este proyecto.*

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo N., y Acosta, G.(2010), *“Manual de Hidráulica”*. Sexta edición. Harla, S.

A. de C. V. México.

Baroni, I., 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.

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.ñ37). México.

CESPT. (s/f). *Agua Residuales : Cuido el Agua*. Cuidoelagua.org., de

<http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/aguasresiduales.html>

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>

Delgadillo, O., & Others. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de*

humedales artificiales. Nelson Antequera.

Johnson, S. (2006). *PROFITABLE & SUSTAINABLE PRIMARY INDUSTRIES. "WATER LETTUCE"*. Retrieved from http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0009/88434/water-lettuce.pdf

McCutcheon, J. (2009). "Phytoremediation - Transformation and control of contaminants". Dans *Wiley-Interscience, New Jersey, USA, Pag 987*.

Maine, M. A., Duarte, M. V., & Suñé, N. L. (2011). *Cadmium uptake by floating macrophytes. Water Research, 35(11), 2629–2634*.

Martelo, J., & Borrero, J. (2012). *Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte. Ing Cienc, 8, 221–243*.

Metcalf & Eddy (2008). "Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización". *Madrid, España*.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2013, September). *Ficha Técnica Pistia stratiotes*, from http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/pistia_stratiotes_2013_tcm7-307089.pdf

Pieterse, A. (2011). "Aquatic Weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation". *Oxford University Press, Oxford, UK, pag 174-177*

Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En La Universidad Nacional Mayor E San Marcos, Lima Peru. (2010). *Revista Peruana De Química E Ingeniería Química, 3(1).from*

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/ing_quimica/v03_n1/planta.h](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/ing_quimica/v03_n1/planta.htm)

[tm](#)

Recio, F.(2005).”*Química Inorgánica*” Tercera edición. Mc Graw-Hill. México.

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 free-floating aquatic macrophytes in different concentrations of nutrients Hidrobiología*”. Pag 153–160.

Stevani, I. (2009), “*Plantas de acuario*”. Editorial De Vecchi S.A, Pag 159

IX. ANEXOS Y APENDICES

Anexo 01

Ubicación del Punto de Captación de la Muestra: Laguna La Gaviota
Coordenadas: $x=496979.48310995486$, $y=1280385.361219816$, 3 m.s.n.m



Figura 16: Punto de Captación de la muestra Laguna La Gaviota, Las Brisas- El Dorado

EN LA FIGURA 16 TENEMOS EL PUNTO DE CAPTACIÓN DE LA MUESTRA LAGUNA
CAMPAMENTO ATAHUALPAIMÁGEN 3 PUNTO DE CAPTACIÓN DE LA MUESTRA LAGUNA
LA GAVIOTA, LAS BRISAS- EL DORADO

Anexo 02

Ubicación del Punto de Captación de la Muestra: Laguna Campamento Atahualpa

Coordenadas: $x=496414.63970115123$, $y=1285592.4193543512$, 5 m.s.n.m



Figura 17: Punto de Captación de la Muestra Laguna Campamento Atahualpa

EN LA FIGURA 17 LA PLANTA *PISTIA STRATIOTES* IMÁGEN 4 PUNTO DE CAPTACIÓN DE LA MUESTRA LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA

Anexo 03. *Pistia stratiotes* “Lechuguita de Agua”



Figura 18: Planta *Pistia stratiotes*

LA FIGURA 18 REACTORES 1L Y 03L- LAGUNA LA GAVIOTA IMÁGEN 5 PLANTA *PISTIA STRATIOTES*

Anexo 04 Recipientes Reactores

Capacidad de los recipientes: 65 lt

Capacidad Utilizada: 60 lt

Número de macrófitas por reactor: 6 macrófitas



Figura 19: Reactores 1L y 03L- Laguna La Gaviota

FIGURA 19 REACTORES 1L, 03L Y 5L - LAGUNA LA GAVIOTA ; REACTORES 2L, 04L Y 6L LAGUNA CAMPAMENTO ATAHUALPA RESPECTIVAMENTE IMÁGEN 6 REACTORES 1L Y 03L- LAGUNA LA GAVIOTA

Anexo 05 Reactores de la Laguna La Gaviota y Laguna Campamento Atahualpa



Figura 20: Reactores 1L, 03L y 5L - Laguna La Gaviota ; Reactores 2L, 04L y 6L Laguna Campamento Atahualpa respectivamente

Anexo 06 Elementos para recolección de muestras



Figura 21: Recipientes de 250 ml, guantes de latex y mascarilla bucal

Anexo 07 Recolección de la muestras en los reactores



Figura 22: Recolección de las muestras de los reactores

Anexo 08 Parámetros de Estándares Nacionales de Calidad Ambientales (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	250	250	250
Color (b)	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 2

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥4	≥3	≥2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80	60	70	**

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	(μ S/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

DECRETO SUPREMO N° 04-2017-MINAM



IE1017039

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		P-1	
Código Laboratorio		1017040.001	
Tipo de Matriz		AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	
Descripción			
Fecha de muestreo		20/10/2017	
Hora de muestreo		06:30	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		-
	Agua		-
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados
Fósforo Total	mg P/L	0.02	0.50
pH	UpH	-	6.92
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	4.46





IE1017040

Identificación del Cliente

Cliente:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRÍGUEZ	Dirección:	
Ensayo solicitado por:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRÍGUEZ	email:	
Teléfonos:	989849550	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	CAMPAMENTO ATAHUALPA		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	Los items de ensayo están contenidos en 1 envase de plástico (P) de 250 mL. Este transporte es realizado sin conservación de muestras	
Responsable del muestreo:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRÍGUEZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	27 DE OCTUBRE DEL 2017	Inicio de Análisis:	27	OCTUBRE	2017
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	31	OCTUBRE	2017
Número de Orden de Trabajo:	OT1017042	Emisión del Informe:	31	OCTUBRE	2017
Tipo de ensayo realizado:	QUIMICO	Condición ambiental del ensayo:			
		Temp.	23.5	°C	
		Hume. rel	50.1	%	
<p>Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LA MUESTRA NO LLEGÓ REFRIGERADA, NI ACIDIFICADA.</p>					

Objeto de petición de los ensayos.

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
Fósforo Total	Phosphorus, Total, Digestion. Acid Persulfate Digestion Method. Method 8190. WATER ANALYSIS HANDBOOK. Fifth Edition. 2008
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012 pH Value. Electrometric Method
Nitratos	Nitrogen(Nitrate). Nitrate Electrode Method. 4500-NO3- D. APHA-AWWA-WEF. 22nd Edition. 2012





IE1017040

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		P-1	
Código Laboratorio		1017042.001	
Tipo de Matriz		AGUA RESIDUAL	
Descripción		CAMPAMENTO ATAHUALPA	
Fecha de muestreo		27/10/2017	
Hora de muestreo		06:30	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		-
	Agua		-
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados
Fósforo Total	mg P/L	0.02	0.70
pH	UpH	-	7.43
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	6.74





IE1117043

Identificación del Cliente

Cliente:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	Dirección:	
Ensayo solicitado por:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	email:	
Teléfonos:	989849550	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	LAGUNAS LAS GAVIOTAS		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	Los ítems de ensayo están contenidos en 1 envase de plástico (P) de 650 mL. Este transporte es realizado sin conservación de muestras	
Responsable del muestreo:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRÍGUEZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	06 DE NOVIEMBRE DEL 2017	Inicio de Análisis:	6	NOVIEMBRE	2017
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	10	NOVIEMBRE	2017
Número de Orden de Trabajo:	OT1117043	Emisión del Informe:	10	NOVIEMBRE	2017
Tipo de ensayo realizado:	QUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp	23.1	°C
			Hume	51	%
			rel		
<p>Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LA MUESTRA NO LLEGÓ REFRIGERADA, NI ACIDIFICADA.</p>					

Objeto de petición de los ensayos.

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
Fosforo Total	Phosphorus,Total,Digestion.Acid Persulfate Digestion Method.Method 8190. WATER ANALYSIS HANDBOOK. Fifth Edition.2008
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.2012 pH Value. Electrometric Method
Nitratos	Nitrogen(Nitrate).Nitrate Electrode Method.4500-NO3- D. APHA-AWWA-WEF 22nd Edition.2012





IE1117043

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISCOQUÍMICOS:

Código Cliente				01L
Código Laboratorio				1117043.001
Tipo de Matriz				AGUA RESIDUAL
Descripción				LAGUNA LA GAVIOTA
Fecha de muestreo				06/11/2017
Hora de muestreo				06:30
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental			
	Agua			
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados	
Fósforo Total	mg P/L	0.02	0.29	
pH	UpH	-	7.17	
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	2.95	





IE1117044

Identificación del Cliente

Cliente:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRÍGUEZ	Dirección:	
Ensayo solicitado por:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRÍGUEZ	email:	freddy006@wtr.com
Teléfonos:	989849550	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	LAGUNAS CAMPAMENTO ATAHUALPA		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	Los items de ensayo están contenidos en 1 envase de plástico (P) de 650 mL, Este transporte es realizado sin conservación de muestras	
Responsable del muestreo:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRÍGUEZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	13 DE NOVIEMBRE DEL 2017	Inicio de Análisis:	14	NOVIEMBRE	2017
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	16	NOVIEMBRE	2017
Número de Orden de Trabajo:	OT1117046	Emisión del Informe:	16	NOVIEMBRE	2017
Tipo de ensayo realizado:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:			
		Temp.	23.2	°C	
		Hume rel	50	%	

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:
LA MUESTRA NO LLEGÓ REFRIGERADA, NI ACIDIFICADA.

Objeto de petición de los ensayos.

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
Fósforo Total	Phosphorus,Total,Digestion.Acid Persulfate Digestion Method.Method 8190. WATER ANALYSIS HANDBOOK. Fifth Edition.2008
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.2012 pH Value. Electrometric Method
Nitratos	Nitrogen(Nitrate).Nitrate Electrode Method.4500-NO3- D. APHA-AWWA-WEF. 22nd Edition.2012



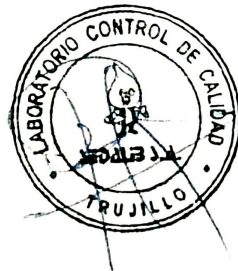


IE1117044

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		02L	
Código Laboratorio		1117044 001	
Tipo de Matriz		AGUA RESIDUAL	
Descripción		LAGUNAS CAMPAMENTO ATAHUALPA	
Fecha de muestreo		13/11/2017	
Hora de muestreo		06:30	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		-
	Agua		-
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados
Fosforo Total	mg P/L	0.02	0.30
pH	UpH	-	7.44
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	3.34





IE1117047

Identificación del Cliente

Cliente:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	Dirección:	
Ensayo solicitado por:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	email:	
Telefonos:	989849550	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	LAGUNA LA GAVIOTA		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	Los items de ensayo están contenidos en 1 envase de plástico (P) de 650 mL. Este transporte es realizado sin conservación de muestras	
Responsable del muestreo:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	20 DE NOVIEMBRE DEL 2017	Inicio de Análisis:	20	NOVIEMBRE	2017	
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	27	NOVIEMBRE	2017	
Numero de Orden de Trabajo:	OT1117047	Emisión del Informe:	28	NOVIEMBRE	2017	
Tipo de ensayo realizado:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:		Temp	23.5	°C
				Hume	50	%
				rel		
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:						
LA MUESTRA NO LLEGO REFRIGERADA, NI ACIDIFICADA.						
LAGUNA LA GAVIOTA						

Objeto de petición de los ensayos.

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
Fosforo Total	Phosphorus, Total, Digestion Acid Persulfate Digestion Method Method 8190. WATER ANALYSIS HANDBOOK Fifth Edition, 2008
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012 pH Value. Electrometric Method
Nitratos	Nitrogen (Nitrate), Nitrate Electrode Method. 4500-NO3- D. APHA-AWWA-WEF 22nd Edition, 2012





IE1117047

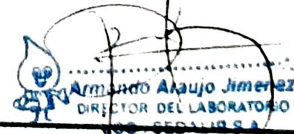
RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		03 L	
Código Laboratorio		1117047 001	
Tipo de Matriz		AGUA RESIDUAL	
Descripción		LAGUNA LA GAVIOTA	
Fecha de muestreo		20/11/2017	
Hora de muestreo		06:30	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		
	Agua		
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados
Fosforo Total	mg P/L	0.02	0.08
pH	UpH	-	7.24
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	1.74

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.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara 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 conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., 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


Armando Alajuz Jimenez
DIRECTOR DEL LABORATORIO
LCC - SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.



IE11170448

Identificación del Cliente

Cliente:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	Dirección:	
Ensayo solicitado por:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	email:	
Telefonos:	989849550	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	LAGUNAS CAMPAMENTO ATAHUALPA		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra:	MANUAL	Los items de ensayo están contenidos en 1 envase de plástico (P) de 650 mL. Este transporte es realizado sin conservación de muestras	
Responsable del muestreo:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	27 DE NOVIEMBRE DEL 2017	Inicio de Análisis:	27	NOVIEMBRE	2017
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	29	NOVIEMBRE	2017
Número de Orden de Trabajo:	OT1117048	Emisión del Informe:	29	NOVIEMBRE	2017
Tipo de ensayo realizado:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:			
		Temp:	23.2	°C	
		Hume rel:	50	%	
<p>Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LA MUESTRA NO LLEGÓ REFRIGERADA, NI ACIDIFICADA.</p>					

Objeto de petición de los ensayos.

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
Fosforo Total	Phosphorus, Total, Digestion, Acid Persulfate Digestion Method, Method 8190, WATER ANALYSIS HANDBOOK, Fifth Edition, 2008
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012 pH Value, Electrometric Method
Nitratos	Nitrogen (Nitrate), Nitrate Electrode Method, 4500-NO3- D, APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition, 2012





IE11170448

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		04 L	
Código Laboratorio		1117048 001	
Tipo de Matriz		AGUA RES/DJAL	
Descripción		LAGUNAS CAMPAMENTO ATAHUALPA	
Fecha de muestreo		27/11/2017	
Hora de muestreo		06:30	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		
	Agua		
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados
Fosforo Total	mg P/L	0.02	0.06
pH	UpH	-	7.47
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	2.21





IE1117051

Identificación del Cliente

Cliente:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	Dirección:	
Ensayo solicitado por:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ	email:	fredy.huamanchumo@sedalib.com
Teléfonos:	989849550	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	LAGUNAS LAS GAVIOTAS	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	Los ítems de ensayo están contenidos en 1 envase de plástico (P) de 650 mL. Este transporte es realizado sin conservación de muestras
Tipo de muestra:	SIMPLE		
Tipo de toma de muestra:	MANUAL		
Responsable del muestreo:	FREDDY HUAMANCHUMO RODRIGUEZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	30 DE NOVIEMBRE DEL 2017	Inicio de Análisis:	30	NOVIEMBRE	2017
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	05	NOVIEMBRE	2017
Número de Orden de Trabajo:	OT1117051	Emisión del Informe:	05	NOVIEMBRE	2017
Tipo de ensayo realizado:	QUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	23.1	°C
			Hume.	51	%
			rel.		

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:
LA MUESTRA NO LLEGÓ REFRIGERADA, NI ACIDIFICADA.

Objeto de petición de los ensayos.

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
Fósforo Total	Phosphorus, Total, Digestion, Acid Persulfate Digestion Method, Method 8190 WATER ANALYSIS HANDBOOK, Fifth Edition, 2008
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012 pH Value, Electrometric Method
Nitratos	Nitrogen(Nitrate), Nitrate Electrode Method, 4500-NO3- D, APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition, 2012





IE1117051

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		051	
Código Laboratorio		1117051.001	
Tipo de Matriz		AGUA RESIDUAL	
Descripción		CAMPAMENTO AIA-HUALPA	
Fecha de muestreo		30/11/2017	
Hora de muestreo		06:30	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		
	Agua		
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados
Fosforo Total	mg P/L	0.02	0.06
pH	UpH	-	7.40
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	0.96





1117052

Identificación del Cliente

Cliente:	FREDDY HUAMANUCHUMO RODRIGUEZ	Dirección:	
Ensayo solicitado por:	FREDDY HUAMANUCHUMO RODRIGUEZ	email:	
Teléfonos:	989849550	Fax:	

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	LAGUNAS CAMPAMENTO ATAHUALPA		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra:	MANUAL	Los ítems de ensayo están contenidos en 1 envase de plástico (PI) de 650 mL. Este transporte es realizado sin conservación de muestras	
Responsable del muestreo:	FREDDY HUAMANUCHUMO RODRIGUEZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	08 DE DICIEMBRE DEL 2017	Inicio de Análisis:	8	DICIEMBRE	2017	
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	10	DICIEMBRE	2017	
Numero de Orden de Trabajo:	OT1117052	Emisión del Informe:	10	DICIEMBRE	2017	
Tipo de ensayo realizado:	QUIMICO	Condición ambiental del ensayo:		Temp	23.1	10
				Hume	51	8%
				rel		
<p>Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LA MUESTRA NO LLEGÓ REFRIGERADA, NI ACIDIFICADA.</p>						

Objeto de petición de los ensayos.

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
Fosforo Total	Phosphorus, Total, Digest on, Acid Persulfate Digestion Method, Method 8130 WATER ANALYSIS HANDBOOK, Fifth Edition, 2008
pH	SMEWW-APHA AWWA WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012 pH Value, Electrometric Method
Nitratos	Nitrogen(Nitrate), Nitrate Electrode Method, 4500-NO3- D, APHA-AWWA-WEF 22nd Edition, 2012





1117052

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente			C6I
Código Laboratorio			1117052.001
Tipo de Matriz			AGUA RESIDUAL
Descripción			CAMPAMENTO ATA-HUALPA
Fecha de muestreo			08/12/2017
Hora de muestreo			06:30
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		
	Agua		
Ensayo	Unidad	LDM	Resultados
Fosforo Total	mg P/L	0.02	0.05
pH	UpH	-	7.49
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	0.01	0.46





REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
HOISHAUCHIMO RODRIGUEZ FREDDY JAIR		70151177	Freddyh005@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría
Doctorado			
4. Título del Documento de Investigación			
NIVEL DE REMOCIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS EMPLEANDO LD PISTIA STRADIOTES "LECHUGUITA DE AGUA" EN AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE			
5. Programa Académico			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² [info.eu-repo/semantica/openAccess]	<input type="checkbox"/> Acceso restringido ⁴ [info.eu-repo/semantica/restrictedAccess] (*)		
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente deajo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.


B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁶

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	01	09	23

Huella Digital




Firma

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.
- Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 008-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra de acuerdo a la directiva N° 004-2018-CONCYTEC-DEGC (Numerales 5.2 y 6.3) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otras. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales -RENATI, Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales priorizando al ser de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio AUCIA*.

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

Nivel de remoción de nitratos y fosfatos empleando la pista stratiotes “Lechuguita de agua” en aguas residuales Municipales en el distrito de Nuevo Chimbote

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	documents.mx Fuente de Internet	1%
4	www.grin.com Fuente de Internet	1%
5	www2.dmu.dk Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	edoc.pub Fuente de Internet	1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%