



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Capacidad de absorción de fosfato del Jacinto de agua  
*Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas  
de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE Ingeniera  
Ambiental

AUTOR:

Diana Cecilia Ita Vejarano

ASESOR:

Dr. Eloy Cuellar Bautista

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

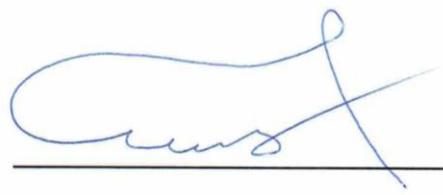
2017

PÁGINA DEL JURADO



---

**Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**  
Presidente



---

**Dr. Luis Gamarra Chavarry**  
Secretario



---

**Dr. José Eloy Cuellar Bautista**  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A mi hermana Milagros, que a pesar de su corta edad me enseñó mucho de la vida y aunque ya no está conmigo físicamente, siempre está conmigo espiritualmente en todo momento. Estoy segura que este momento hubiera sido muy especial para ella, así como lo es para mí. Te quiero infinitamente, nunca te olvidaré.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, por haberme dado la fortaleza de culminar mi carrera profesional y que a pesar de encontrar algunas adversidades en mí camino, nunca perdí la fe en Dios.

A mi madre, por sus enseñanzas y consejos que siempre me brinda, ya que gracias a ello me inculcó a ser perseverante y no desistir de mis sueños y anhelos.

A mi padre y hermana, por su comprensión y cariño. Sé que están orgullosos de la culminación de mi carrera profesional.

A la Universidad César Vallejo, por inculcarme enseñanzas no solamente teóricas relacionadas a mi carrera, sino también enseñanzas que me ayudaron a ser una mejor persona.

A los Doctores Antonio Delgado Arenas y José Cuellar Bautista, por sus consejos, por sus conocimientos y por tenerme paciencia en la elaboración de la presente investigación. Ambos Doctores me motivaron para la realización exitosa de mi investigación.

Finalmente, a todas aquellas personas que en su momento fueron mis jefes en los distintos centros de labores que estuve, por su apoyo y comprensión a lo largo de mi carrera profesional.

**Muy agradecida**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Diana Cecilia Ita Vejarano con DNI N° 46904881, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio del 2017



---

Diana Cecilia Ita Vejarano

DNI N°46904881

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada: **“Capacidad de absorción de fosfato del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017”**, con la finalidad de determinar la capacidad de absorción de fosfatos que presenta el jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa; en cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

**La Autora**

## INDICE

<b>Resumen</b> .....	11
<b>Abstract</b> .....	12
<b>Introducción</b> .....	13
<b>CAPÍTULO I: Introducción</b> .....	15
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	15
<b>1.2 Trabajos Previos</b> .....	17
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	23
<b>Marco Teórico</b> .....	23
<b>Marco Conceptual</b> .....	26
<b>Marco Legal</b> .....	26
<b>1.4 Formulación del Problema</b> .....	27
<b>1.5 Justificación Del Estudio</b> .....	28
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	29
<b>1.7 Objetivos</b> .....	30
<b>CAPÍTULO II: Método</b> .....	31
<b>2.1 Diseño de Investigación</b> .....	31
<b>2.2 Variables, Operacionalización</b> .....	31
<b>2.3 Población y Muestra</b> .....	32
<b>2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y     Confiabilidad</b> .....	33
<b>2.5 Metodología del Proceso de Investigación</b> .....	37
<b>2.6 Aspectos Éticos</b> .....	40
<b>CAPÍTULO III: Resultados</b> .....	41
<b>3.1 Condición inicial del agua</b> .....	41

<b>3.2 Características iniciales de los ejemplares de Jacinto de Agua</b> .....	42
<b>3.3 Proceso del acondicionamiento de la planta Jacinto de Agua</b> .....	43
<b>3.4 Proceso de absorción de fosfatos del Jacinto de Agua</b> .....	45
<b>3.5 Absorción detallada de fosfatos del Jacinto de Agua</b> .....	49
<b>3.6 Promedio de fosfato absorbido en cada estación</b> .....	50
<b>3.8 Método Estadístico</b> .....	52
<b>CAPÍTULO IV: Discusión</b> .....	55
<b>CAPÍTULO V: Conclusiones</b> .....	57
<b>CAPÍTULO VI: Recomendaciones</b> .....	58
<b>CAPÍTULO VII. Referencias</b> .....	59
<b>ANEXOS</b> .....	65
<b>ANEXO I: Requisitos para la toma de muestra de agua y preservación</b> .....	66
<b>ANEXO II: Matriz de Consistencia</b> .....	68
<b>ANEXO III: Instrumentos de Validación</b> .....	69
<b>ANEXO IV: Validación de Instrumentos de Investigación</b> .....	70
<b>ANEXO V: Informes del Laboratorio Envirotest</b> .....	75
<b>ANEXO VI: Fotografías de la Investigación</b> .....	83

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 01: Operacionalización de las variables .....</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 03: Juicio de Expertos.....</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 02: Puntos de monitoreo .....</b>	<b>38</b>
<b>Cuadro 04: Calidad inicial del agua .....</b>	<b>41</b>
<b>Cuadro 05: Biomasa inicial del Jacinto de agua .....</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 06: Promedio de los resultados de pH en el rango de tres días .....</b>	<b>43</b>
<b>Cuadro 07: Promedios de los resultados de conductividad eléctrica en el rango de tres días .....</b>	<b>44</b>
<b>Cuadro 08: Primer cálculo de las especies.....</b>	<b>46</b>
<b>Cuadro 09: Segundo cálculo de las especies.....</b>	<b>47</b>
<b>Cuadro 10: Tercer cálculo de las especies .....</b>	<b>48</b>
<b>Cuadro 11: Valores de fosfatos obtenidos en el proceso de análisis .....</b>	<b>49</b>
<b>Cuadro 12: Estación EF-01 .....</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 13: Estación EF-02.....</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 14: Estación EF-03.....</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 15: Crecimiento de los ejemplares .....</b>	<b>52</b>

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01: Concentración de fosfatos inicial en el agua de los Pantanos de Villa.....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico 02: Nivel de pH .....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico 03: Nivel de conductividad eléctrica .....</b>	<b>45</b>
<b>Gráfico 04: Concentración de fosfatos en la primera muestra .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 05: Concentración de fosfatos en la segunda muestra.....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfico 06: Concentración de fosfatos en la tercera muestra.....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfico 07: Niveles de absorción de fosfatos en el tiempo de 04 semanas..</b>	<b>50</b>

## Resumen

La presente investigación realizó la determinación de la capacidad de absorción de fosfato que presenta el Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa. Se extrajo 42 litros de agua de tres estaciones separadas a 50 metros cada una y se analizó la medición de parámetros in situ, con la finalidad de compararlo con los Estándares de Calidad Ambiental vigentes. Se vació el agua extraída de cada estación a tres recipientes y dentro de los recipientes se puso un ejemplar de Jacinto de agua.

Mediante el método de espectrofotometría de UV Visible con el ácido vanadomolibdofosfórico, se analizó la concentración inicial y final de fosfatos en el agua extraída. Las aguas tratadas tuvieron una disminución de fosfatos, teniendo como resultados finales: 0,035 mg/L, 0,031 mg/L y 0,029 mg/L de las estaciones EF-01, EF-02 y EF-03 respectivamente. Finalmente se concluye que la planta Jacinto de agua, se puede considerar como una de las alternativas para absorber fosfatos de aguas con concentraciones de nitratos y fosfatos, evitando de esta manera la eutrofización.

**Palabras clave: fosfato, absorción, Jacinto de agua, espectrofotometría, Pantanos de Villa.**

## **Abstract**

The present investigation carried out the determination of the phosphate absorption capacity of the *Eichornia crassipes* water hyacinth for the improvement of the water quality of the Pantanos de Villa. We extracted 42 liters of water from three separate stations at 50 meters each and analyzed the measurement of parameters in situ, in order to compare it with the current Environmental Quality Standards. The extracted water was emptied from each station to three containers and a copy of water hyacinth was placed inside the containers.

Using the Visible UV spectrophotometry method with vanadomolybdophosphoric acid, the initial and final concentration of phosphates in the extracted water was analyzed. The treated waters had a phosphate reduction, having as final results: 0,035 mg / L, 0,031 mg / L and 0,029 mg / L of the stations EF-01, EF-02 and EF-03 respectively. Finally, it is concluded that the water hyacinth plant can be considered as one of the alternatives to absorb water phosphates with concentrations of nitrates and phosphates, thus avoiding eutrophication.

**Key words: phosphate, absorption, water hyacinth, spectrophotometry, Pantanos de Villa.**

## Introducción

Los pantanos son ecosistemas que presentan vegetación hidrófila y suelos muy particulares, como suelos hídricos, que están determinados por el régimen hidrológico y en algunos casos, por la interacción del sistema con el mar. Este ecosistema desempeña funciones necesarias para que tenga un equilibrio hidrológico y climático para el planeta, además de ser hábitat de numerosas especies. (Buenfil, 2009, p. 15). La conservación de los humedales en el Perú se remonta a la época de las culturas Pre-Incas, hasta los presentes años de la República, periodo en el cual la población rural ha utilizado los humedales y su supervivencia ha estado estrechamente ligada a ellos. (INRENA, 1996, p. 02)

El Refugio de Vida Silvestre los Pantanos de Villa se encuentra ubicado en el distrito de Chorrillos, hacia el margen izquierdo de la parte inferior del valle del Río Rímac. Este ecosistema presenta un área de 263.24 ha y es considerado como un humedal de importancia internacional, reconocido y protegido por Ramsar. Así mismo, alberga a especies de flora y fauna y tiene aguas salobres. (Página web de SERNANP Perú, 2015)

Es importante rescatar que a pesar de ser un área protegida por el SERNANP y estar registrada en la Convención de Humedales Ramsar, se siga percatando residuos esparcidos por las lagunas del pantano, pudiendo ser esta acción un foco infeccioso para la población aledaña y para el medio ambiente. En las visitas continuas que se realizó se percató malezas, residuos orgánicos y según los comentarios de los vecinos se arrojan animales muertos al ecosistema. Definitivamente, esto podría estar generando daños como presencia de metales y fosfatos y podría perjudicar al hábitat presente. Sumado a esto la continua expansión de los asentamientos humanos que poco a poco van quitándole terreno a los pantanos (Álvarez, 2007, p. 24)

Entre las posibilidades de solución se encuentra la puesta en marcha de sistemas de energías alternativas para autoabastecimiento, depuración de aguas a través

de plantas acuáticas, lo que conoce como fitodepuración (Melendro, Murga y Cano, 2011, p. 17)

Es así, que en la presente investigación se tendrá como objetivo determinar la capacidad de absorción de fosfatos del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos. Se comienza por describir un poco de la realidad problemática que actualmente se encuentran las zonas de los pantanos, dando prioridad a los Pantanos de Villa, se presenta algunos trabajos previos, referente al tema, algunos conceptos básicos y la justificación del estudio. Posteriormente se muestra la metodología de estudio, donde se pone a prueba la capacidad del Jacinto de agua para determinar la mayor concentración de fosfatos. El estudio está basado en tres puntos de muestreo dentro de una de las lagunas del pantano, en el cual se usa tres ejemplares de Jacinto de agua *Eichornia crassipes*, también se saca muestras de agua para determinar el nivel de fosfatos en él, luego se traslada a otros recipientes las especies con la cantidad de agua necesaria para analizarlas en cuanto fosfato absorbe. Se presenta la operacionalización de las variables, técnicas e instrumentos de estudio. Se detalla el proceso de la parte experimental del estudio, se presenta resultados, los cuales son comparados con los ECA's actuales, también se compara con resultados de otras investigaciones. Por último, se propone conclusiones y recomendaciones del tema.

## **CAPÍTULO I: Introducción**

### **1.1 Realidad Problemática**

Se conoce que un promedio del 70% de la población mundial tiende a habitar en las costas y una gran mayoría en los valles de los ríos y en las orillas de los lagos en todo el mundo, han estado poblados desde la antigüedad. Las comunidades que se establecieron en estas regiones fueron atraídas en muchas ocasiones por el fácil acceso al sistema de humedales por tierra o agua, por ser áreas llanas y por su alta fertilidad. (Dugan, 1992, p. 44)

Los pantanos ante el cambio climático presentan características propias, suelen ser ecosistemas sensibles al ser afectados por la variación del clima y los fenómenos extremos del tiempo. Cambios en la temperatura, en los patrones de precipitación, aumento del nivel del mar, son entre otros casos, variación del clima que pueden producir sensibles impactos en los humedales. (Maya, 2005, citado por Fierro, 2013, p. 09)

El manejo en los humedales se puede centrar en tres aspectos centrales: implantación, operación y control de plagas y enfermedades. (Delgadillo et al., 2010, p. 25)

Los pantanos han sido destruidos porque la sociedad considera que su eliminación es ventajosa por sí misma o que resulta un precio muy bajo a pagar, comparado con los beneficios que se espera obtener de su conversión. En el presente, esas políticas son condenadas cada vez más, por representar una visión limitada, social y económicamente indefendible. [...]. En muchos países, los niveles de pérdidas de humedales han alcanzado proporciones de crisis nacional. En los países en vías de desarrollo, la pérdida de pantanos está provocando un impacto importante en las comunidades locales que dependen de estos recursos. Para resolver este problema, se necesita analizar las causas precisas de la pérdida de los humedales e identificar los medios para enfrentarlas. (Dugan, 1992, p. 39)

Se establece en la actual Constitución Política del Perú, promulgada el año 1993. En los artículos 66°, 67° y 68°, indica que: “Los recursos naturales son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento, [...]. El Estado determina la Política Nacional del Ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales. Así mismo, El Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas”.

La contaminación causa principalmente dos tipos de efectos. El primero es la toxicidad y el segundo la falta de oxígeno. La toxicidad produce envenenamiento. Se da principalmente con metales y ciertos tipos de productos orgánicos. [...]. La toxicidad puede ser aguda o crónica. Los ensayos para garantizar la calidad de los efluentes se basan, cada vez más, en ensayos de toxicidad, así como en la cuantificación de los contaminantes en el efluente. (Russell, 2012, p. 38)

*“El exceso de fosfatos en lagos y lagunas proveniente del escurrimiento de aguas de campos fertilizados produce un aumento descontrolado de la población de algas. Esta eutroficación del lago produce serias modificaciones en el ecosistema. Una vía para reducir este aporte de fosfatos se basa en el agregado de cal a los efluentes de industrias de fertilizantes y detergentes para precipitar el fosfato de calcio.” (Aldave et al., 2004, p. 230)*

El sábado 19 de diciembre del 2015, fue publicado en El Peruano la Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación, en el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. En la Disposición Complementaria Modificatoria, se cambia el Artículo 2: Precisiones de las Categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, el cual se tiene en consideración cuatro Categorías de los ECA para Agua. Siendo en la:

*“Categoría 4: Conservación del ambiente acuático. Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas.*

*Sub Categoría E1: Lagunas y Lagos Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, de origen y estado natural y léntico incluyendo humedales”. (El Peruano, 2015, p. 569076-569082.).*

Una de las macrofitas más conocidas es el Jacinto de agua *Eichhornia crassipes*. Aunque hay poca información de sus diversas propiedades como absorbente de fosfatos, sí hay información como absorbente de metales pesados. Pudiendo ser una alternativa tanto como aguas residuales como para aguas con exceso de fosfatos.

La población que vive en Las Delicias de Villa, en el Distrito de Chorrillos, ubicado al borde de una de las lagunas de los Pantanos de Villa, viene siendo testigos de la acumulación de residuos sólidos y lixiviados que perjudicarían la calidad del agua. Algunos vecinos podrían asegurar que en ciertas ocasiones desechan bolsas de basura y animales muertos al pantano. Estas acciones podrían dañar las condiciones normales de este ecosistema, el hábitat de la flora y fauna y la calidad escénica del paisaje.

## **1.2 Trabajos Previos**

Moschella (2012), quien realizó su tesis de maestría: *“Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo”*, el cual fue sustentado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, se planteó como objetivo aportar conocimientos sobre las intervenciones físicas y normativas en los humedales costeros y orientar la gestión sostenible. El estudio es experimental de corte longitudinal. Expone que la investigación da a conocer la situación de los humedales de la costa central peruana frente al aumento urbano en Lima-Callao a partir de los casos de los Humedales de Ventanilla y los Humedales de Puerto Viejo. En ambos humedales se ha suscitado impactos negativos, a causa de la urbanización; en los Humedales de Ventanilla, urbanización por barriadas y en los Humedales de Puerto Viejo, residencias en condominios cerrados. Algunos impactos son como la reducción de los cuerpos de agua, alteraciones en la flora y fauna; así como la modificación de servicios

ambientales que proveen los humedales como provisión de fibras, depuración del agua, regulación microclimática y servicios de recreación. Los procesos de urbanización amenazan la conservación de los humedales costeros y su función como refugio de aves migratorias. Respecto al rol de los instrumentos de ordenamiento territorial en la protección y uso sostenible de los humedales costeros y sus servicios ambientales, en el caso de Puerto Viejo, se aprecian debilidades institucionales a nivel distrital y provincial, reflejadas en el escaso desarrollo de instrumentos para ordenar el territorio. Mientras que, en Ventanilla, los instrumentos actuales (Plan Maestro del Área de Conservación Regional, Plan de Desarrollo Urbano y Zonificación Ecológica Económica) sí incorporan estrategias para la protección de los humedales y su aprovechamiento sostenible. Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que se asimila la situación de los Pantanos de Villa con los Humedales de Ventanilla, en el punto que ambos ecosistemas han sido abusados por el crecimiento de la población y mala gestión de los residuos, para lo cual, Moschella plantea alternativas de gestión sostenible que también se puede ajustar a los Pantanos de Villa.

Pajuelo (2014), quien realizó el artículo: *“Humedales de Villa María: Realidad incierta con promisión”*, el cual fue presentado en la Revista IN Crescendo Educación y Humanidades, de la Universidad Los Ángeles de Chimbote, donde su objetivo fue presentar la realidad actual de los Humedales de Villa María. El artículo es no experimental. Encierra una idea que los humedales son áreas costeras y marinos por afloramiento de aguas superficiales y también subterráneas, con plantas que pueden ser carrizos y juncos, presenta una biodiversidad de fauna migratoria, entre aves y mamíferos, estos ecosistemas cumplen con funciones ecológicas de gran importancia para el medio ambiente. Además la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, cuenta con 168 países en todo el mundo, con 2186 lugares designados y una superficie total de 208.674.247 hectáreas de áreas reconocidas y protegidas; desafortunadamente los Humedales de Villa María, que cuentan con una Resolución Ministerial N° 717-75 ORDEZA, donde está declarada como área intangible, pero no están inscritos en la Convención Ramsar de Humedales, será la despreocupación y la falta de interés o la falta de algunos conceptos de esta

área intangible que genera desinterés y abandono de parte de las autoridades. Puesto que los Humedales de Villa María no presentan mejora alguna, y la falta de control en los residuos que a diario son arrojados a las aguas causan impactos que interrumpen a las funciones que debería brindar un ecosistema de su naturaleza. Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que se debería contar con un monitoreo sobre la gestión de los residuos sólidos y la limpieza de los pantanos, pues se ha percatado que a través de los años la población y el consumismo ha ido en aumento y esto ha conllevado a generar más residuos y muchos de estos kilos de residuos han terminado cerca o en las profundidades del pantano, ocasionando daños que perjudican a las especies que conviven en estos tipos de ecosistemas.

Delgadillo et al. (2010), quienes realizaron su serie técnica titulada: *“Depuración de Aguas Residuales por medio de Humedales Artificiales”*, presentan una investigación realizada en Bolivia, cuyo objetivo fue describir la importancia de los humedales naturales y de los humedales artificiales. Señalan la clasificación, partes, mecanismos, características, ventajas y desventajas de los humedales artificiales. Utilizan la totora como parte de la construcción del proyecto, describiendo las características, el manejo y la implantación de la especie en la grava. Explica la construcción de un humedal artificial, detallando el monitoreo y muestreo de este, pues un humedal artificial debe contar con características muy similares a un humedal, no sólo que contenga las mismas especies, sino también los mismos nutrientes (nitratos y fosfatos). Por último, detalla los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que caracteriza a las aguas residuales. La totora es una especie de mucha importancia en los humedales artificiales, no sólo porque cuenta con propiedades fitodepuradoras, sino porque es adaptable a este sistema. Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que se considera las concentraciones de nutrientes apropiadas para el crecimiento de la especie, buscando una buena calidad de agua del ecosistema.

Álvarez, C. (2016), quien realizó su tesis: *“Determinación Analítica de Detergentes en las aguas de Los Pantanos de Villa”*, el cual fue sustentado en la Pontificia Universidad Católica del Perú – Facultad de Ciencias e Ingeniería, se planteó

como objetivo determinar la cantidad de detergentes en las aguas de los Pantanos de Villa. Durante el trabajo se tomaron muestras en la época de verano y de invierno, a través de técnicas analíticas estandarizadas. Determinándose que el nivel de pH tiende a ser base, el nivel de conductividad supera los estándares de calidad ambiental vigentes. Se determinó que las concentraciones de detergentes son considerados tóxicos para la vida acuática, se encontró nutrientes como fósforo y nitrógeno total. Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que sirve como evidencia la presencia de fósforo en las aguas de los Pantanos de Villa, haciendo más confiable la investigación hacia un resultado más viable.

Canales, A. (2010), quien realizó su investigación: “*Evaluación de la biomasa y manejo de Lemna gibba (Lenteja de agua) en la bahía interior del Lago Titicaca, Puno*”, el cual sustentado en la Universidad Agraria La Molina – Facultad de Biología, cuyo objetivo fue evaluar la biomasa y plantear una estrategia de manejo de la lenteja de agua de la bahía interna del lago Titicaca, dado que por motivos de eutrofización en la zona que causan los daños de las aguas residuales que provienen de la ciudad de Puno. De los cuales se concluyó que el pH fue de 6.3 a una temperatura de 13.8 °C, esto significa que la especie puede crecer en lugares difíciles con concentraciones altas de N y P, haciendo de estas concentraciones una alternativa de solución para la eutrofización. En cuanto a las estrategias que plantea el autor fue de plano social, ambiental y económico que aprueba una sostenibilidad en la ciudad de Puno. Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que se ayuda a la presente en el sentido que tanto la *Lemna gibba* como la *Eichornia crassipes* tienen características similares y que pueden desarrollarse en un ecosistema que tiene concentraciones de fósforo y que podría ser una alternativa de solución para la eutrofización en un ecosistema que tiene características equivalentes.

Aponte, H. (2007), quien realizó su tesis: “*Respuesta de Schoenoplectus americanus (Pers.) Vol. ex Sch. & R. Séll. (Cyperaceae) “junco” a diferentes concentraciones de nutrientes*”, el cual fue sustentado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ciencias Biológicas, se planteó como

objetivo conocer las características fisicoquímicas del fango en el cual crece el junco *Schoenoplectus americanus* por medio de revisiones bibliográficas y muestreos de suelo en los humedales de la costa Limeña. Este trabajo busca evaluar la respuesta fisiológica del junco a niveles de materia orgánica altos, medios y bajos en la costa central del Perú, analizados en el laboratorio. En la etapa inicial se recolectó el fango de la laguna El Paraíso para determinar la concentración de nutrientes, luego se procedió al traslado hacia la Universidad Mayor de San Marcos, donde se analizaron las plantas donde a niveles alto, medio y bajos de nitratos y fosfatos. La parte experimental duró dos meses donde se evaluó la biomasa del junco y se comparó la biomasa inicial y la biomasa final, aplicándose el Test de Anova y el Test de Agrupamiento de Duncan mediante el software SPSS Versión 12.0. Concluyéndose que la concentración baja sería de 1 mg/L, la concentración media sería con 15 mg/L y la concentración baja con 30 mg/L nitratos y fosfatos. De los datos que se obtuvo, se deduce que la concentración de nitratos fue determinante en el crecimiento de los tejidos de la planta, las concentraciones de fosfatos no tuvieron ninguna variación en la planta. Por último, se recomienda monitorear in situ y apreciarse frente a un problema de eutrofización. Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que, si bien el junco puede desarrollarse en aguas con concentraciones de nutrientes altas, podría ser porque su crecimiento se da en gran parte, fuera del agua y puede capturar oxígeno del medio ambiente; sin embargo, puede haber otros organismos que su crecimiento y desarrollo sólo lo hagan por debajo de las aguas y que al estar en un medio de “sobrenutrientes” no se desarrollen de una manera normal.

García, Z. (2012), quien realizó su tesis: *“Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas”*, el cual fue sustentado en la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima, cuyo objetivo fue determinar si el sistema de reactores con plantas acuáticas remueve nutrientes y observar si es un sistema adecuado y complementario con las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales existentes en nuestro país. En la primera fase de su investigación trabajó en un control, sin plantas, los cuales funcionaron en

sistemas “por tandas” en acuarios de un área de 36 m<sup>2</sup>, seguidamente aplicó las plantas acuáticas en monocultivo con *Lemna M.* y *Eichhornia C.* utilizando el efluente de las PTAR-CITRAR en Lima para analizar el efecto depurador de las plantas acuáticas. En la segunda fase de su investigación consistió en un flujo lento del efluente de la PTAR-CITRAR atravesando estanques con niveles de agua poco profundo, en las cuales plantas acuáticas flotantes (*Lemna M.* y *Eichhornia C.*) eran cultivadas. Los sistemas de flujo continuo se componen de tres estanques en el que además se implementó un sistema de filtros previo al tratamiento en estudio. El estudio concluye que la remoción de los nutrientes fue de un 90%, un resultado que se encuentra cerca del promedio en el Perú y en América Latina que marcan una eficiencia promedio del 95%. Siendo el Jacinto de agua es la especie más eficiente en la remoción de lodos (50%, a diferencia de 40% en los otros tratamientos). Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que, si bien no se utilizó el mismo método de absorción para remover fosfatos de las aguas de los Pantanos de Villa, se da a conocer las características que cuenta esta especie para mejorar la calidad del recurso hídrico, demostrando que es eficiente como depurador de nutrientes.

Camacho, J. (2014), quien realizó su tesis: “*Capacidad de dos plantas acuáticas para la remoción de nutrientes de las aguas residuales domésticas en la Universidad César Vallejo – Lima Este*”, el cual fue sustentado en la Universidad César Vallejo en Lima, cuyo objetivo fue determinar la capacidad de dos plantas acuáticas para la remoción de nutrientes de las aguas residuales domésticas de la Universidad César Vallejo en Lima Este. La investigación de Camacho, constó de utilizar dos plantas acuáticas las cuales fueron el Jacinto de agua y la Lenteja de agua, para el mismo se utilizó un total de 48 litros que se extrajo de las aguas residuales vertidas por la universidad en mención. Posteriormente, se realizó la medición de parámetros in situ y se analizó en el laboratorio las concentraciones de nutrientes que se encontraban en el agua utilizando el espectrofotómetro mediante el método del colorímetro. El proceso experimental duró 60 días para determinar el proceso de remoción de nutrientes por las plantas; concluyéndose que la especie con mayor remoción de nutrientes es la lenteja de agua con un 99.9% de eficiencia. Por último, la investigadora detalla que su trabajo es una

opción para la mejora de la calidad del agua de la Universidad César Vallejo, considerándose a la especie como fitorremediadora de aguas residuales. Este trabajo se relaciona a la investigación en curso, ya que utiliza la misma especie que es el Jacinto de agua, además utiliza el mismo equipo para determinar la concentración de nutriente. Los resultados de Camacho serán comparados con los resultados que se obtenga en esta investigación.

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

#### **Marco Teórico**

##### **Nutrientes del agua**

Según Dugan (1992, p. 17), menciona que los nutrientes como el fósforo y nitrógeno se acumulan en el subsuelo o se almacén en la vegetación del humedal. Así mismo, los humedales que tienen mejor calidad de vida son los que remueven los nutrientes, de este modo ayudan a prevenir la eutrofización y se evita construir sistemas de tratamiento de aguas. Cuando los humedales extraen nutrientes y algunos contaminantes, se les conoce como sumideros, siendo de mayor importancia a los nitratos, pues algunas veces se convierten en nitrógeno gaseoso y circulan nuevamente a la atmósfera como resultado de la desnitrificación.

##### **Fósforo**

Se presenta comúnmente como fosfatos: ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y polifosfatos) y fosfatos orgánicos. Los polifosfatos, son los que tienden a disminuir la concentración de calcio y evita la precipitación de carbonato en las tuberías. Sin embargo, la forma más sencilla de encontrar fosfatos en el ambiente son los ortofosfatos. (Jiménez, 2001, p. 69)

El interés por el fósforo se ha centrado en sistemas acuáticos de agua dulce, debido a que no sólo es un nutriente esencial en la cadena trófica, sino que es el componente clave para acelerar las situaciones de eutroficación. (Valderrama, 1998, p. 44)

A continuación, se presentan distintos conceptos de fosfatos a través de algunos investigadores.

Según **Jiménez (2001, p. 70)**, el fósforo proviene de los animales, suelos, fertilizantes (fosfatos condensados), detergentes y descargas industriales. Así mismo, si el fósforo se presenta en el agua provoca el crecimiento de organismos fotosintéticos en cantidades perniciosas, además se recolecta en los sedimentos de los cuerpos de agua.

Según el **Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay, en su Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Actividades Rurales (2008, p. 78)** los fosfatos son nutrientes para las plantas, estas estimulan el crecimiento rápido de las algas. Al acelerar su desarrollo compiten con otros organismos desplazándolos o eliminándolos del ecosistema. Estas grandes poblaciones de plantas se extienden produciendo oxígeno en la superficie del agua, pero cuando mueren caen al fondo del agua y son descompuestas por las bacterias que usan gran parte del oxígeno disuelto en las capas inferiores. Los fosfatos pueden llegar al agua con la supuración agrícola, desechos industriales y las descargas de aguas servidas.

Según **Capó (2007, p. 97)**, señala que es habitual encontrar fosfatos en los ecosistemas de aguas superficiales y también en aguas subterráneas, esto se debe al uso de detergentes de tipo domésticos e industriales y algunos abonos incorporados dentro de su composición. Si las aguas contienen altos niveles de fosfatos pueden causar problemas de eutrofización, cuyo problema es común en muchos estancamientos actualmente.

Según **De Marsily (2003, p. 107)**, los fosfatos se utilizan como fertilizantes en el sector de la agricultura y se considera como uno de los nutrientes en los ríos. Es menos soluble que los nitratos y a menudo se encuentran en el agua en forma de partículas en suspensión o en el fondo como sedimentado. También se encuentra en aguas con detergentes o en los efluentes domésticos. Los fosfatos no suelen ser eliminados de manera natural por bacterias del medio ambiente, ni tampoco pueden desaparecer de los ecosistemas, sino por fijación de los suelos o por la sedimentación en los cuerpos de agua.

## Contaminación ambiental por nutrientes presentes en el agua

*“Los nutrientes son requeridos para el crecimiento y reproducción de la flora y fauna acuática. Los principales nutrientes en el agua son: fósforo y nitrógeno. Su abundancia o escasez conducen a favorecer o limitar el crecimiento de las plantas acuáticas por lo que ambos son claves para acelerar el proceso natural de eutroficación aunque, por lo general, es el fósforo quien resulta el factor limitante. Normalmente, estos compuestos no son removidos en forma eficiente durante los procesos biológicos”.* (Jiménez, 2001, p. 67)

El exceso de nutrientes crea un cambio progresivo en la condición de los cuerpos de agua, esto se debe tanto a la dispersión de las excretas de los peces como a su alimento, esta transformación asume un grado de irreversibilidad de sus aguas a medida que su caudal sea más lento. En el país sureño, Chile, no han sido dimensionados, ni evaluados, pese a que las evidencias parciales disponibles indican la necesidad de iniciar estudios sobre la vigencia de estos nutrientes en el territorio nacional. (FAO, 1993, p. 89)

La problemática en el recurso hídrico, puede darse a través de la contaminación por la presencia de sustancias anormales. Se puede dar la contaminación por la ausencia de un grado aceptable nutrientes en el agua, a lo que se conoce como condición oligotrófica, o también por el exceso de concentración de nutrientes, llamada como condición eutrófica. (Universidad Católica de Salta, 2007, p. 189)

### Clasificación taxonómica del Jacinto de agua *Eichornia crassipes*

De acuerdo a **REYES (1985)**, la taxonomía del Jacinto de agua está compuesta de la siguiente manera:

- Nombre Científico: *Eichornia crassipes*
- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta Spermatophyta (plantas con semillas)
- Clase: Liliopsida (monocotiledóneas)
- Orden: Commelinales
- Familia: Pontederiaceae
- Género: Eichhornia
- Especie: *Eichhornia crassipes*
- Hábitat: Zonas tropicales

## **Marco Conceptual**

Se precisa algunos conceptos para el mejor entendimiento del proceso de investigación.

**Biomasa:** Conjunto heterogéneo de materias orgánicas, que se encuentra presente en un ecosistema, también se denomina como fuente de energía renovable, puesto que su contenido energético proviene de la energía solar y que se fija en los vegetales a través de la fotosíntesis. (Fernández, 2015, p. 03-04)

**Conductividad:** Según Roldán y Ramírez es una característica natural de los cuerpos que permiten el paso del calor o de la electricidad. Así mismo, es la conducción de corriente eléctrica por un cuerpo que está hecho de cierto material. (Vega y Vega, 2014, p. 110)

**Pantano:** Son áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos y marismas, cuyos límites lo constituyen vegetación hidrófila. (Sánchez et al., 2007, p. 42)

**pH:** Es la medida que indica el grado de acidez o de basicidad de una solución acuosa. (Guarnizo y Martínez, 200?, p. 23)

**Temperatura:** Propiedad de un cuerpo o región del espacio que determina si habrá un flujo neto de calor o no, desde él o hacia él, desde otro cuerpo o región cercana. (Diccionario de Ciencias, 2000, p. 969)

## **Marco Legal**

Según el orden en la pirámide Kelsen, las siguientes normas, leyes y decretos concuerdan con la presente investigación:

- **Constitución Política del Perú de 1993 del Artículo 67 - Política Ambiental.-**

Donde se detalla que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

- **Constitución Política del Perú de 1993 del Artículo 68 - Conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas.-**

Donde se detalla que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las Áreas Naturales Protegidas.

- **D.S. N° 015-2015-MINAM (Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua).-**

Para la presente investigación se catalogó en la Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, en la SubCategoría E1: Lagunas y Lagos del D.S. N° 015-2015-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental del Agua), como la adecuada, por las características del lugar de estudio.

- **R.J. N° 182-2011-ANA (Protocolo Nacional Para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos).-**

En donde se detalla los Requisitos para la toma de muestras de agua y preservación. Dicho documento se adjunta en el Anexo I de la presente investigación.

## **1.4 Formulación del Problema**

### **Problema General**

¿Qué capacidad de absorción de fosfatos presenta el Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017?

## **Problemas Específicos**

¿Cuál es la relación que existe entre la biomasa del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* y la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa?

¿Cuál es la calidad del agua antes y después del proceso de absorción para la mejora de las aguas de los Pantanos de Villa?

### **1.5 Justificación Del Estudio**

Tal como define la Convención Ramsar, en los humedales se incluye una amplia variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos, y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses. (Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 2010, p. 02)

En la presente investigación se determinará la capacidad del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* en bioacumular fosfatos de las aguas de los Pantanos de Villa, grado de eficiencia que se debe demostrar en el nivel laboratorio.

El uso de las plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales en el mundo es un tema que se está tomando mayor consideración, debido a que suelen ser menos costosos y sofisticados en cuanto a su operación y mantenimiento, frente a otros sistemas convencionales, aunque dichos procesos requieren mayores extensiones de terreno en comparación con lo de tipo intensivo, suelen ser igualmente eficaces en la remoción de materia orgánica e incluso más efectivo en la remoción de elementos patógenos y nutrientes, por otra parte, el consumo energético suele ser mínimo y su costo de mantenimiento muy bajo, requiriendo personales menos especializados, es por ello que en la actualidad se ha comenzado a utilizar las plantas acuáticas para la purificación de las aguas residuales. (Delgadillo et al., 2010, p. 05)

Con este estudio se aclara la importancia de la especie del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* y la debida importancia que debe tener como fitorremediadora, puesto que sería una especie de ayuda para mantener una mejor calidad al ecosistema. Si las virtudes de los Pantanos de Villa son de conocimiento de la población se creará conciencia por el cuidado del medio ambiente y la buena disposición de los residuos sólidos. Además, se mantendrá la calidad escénica del paisaje y el hábitat de las distintas especies que alberga el pantano.

Con los resultados de la investigación, se recopila más información que se une a investigaciones ya realizadas y que ayuda a tener más conciencia y a tener consideración por el ecosistema. Como se recalcó anteriormente se demostrará la capacidad del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* en la bioacumulación de fosfatos, esto se analizará en el laboratorio, estará sometido a observación, se realizará también apuntes en campo. Además, se optimizará las condiciones de las dimensiones presentadas en el cuadro de operacionalización de las variables.

Así mismo, los criterios, la metodología, los resultados y las sugerencias que se establezcan en esta investigación pueden ayudar a la determinación de mejoras de un mejor manejo del ecosistema.

## **1.6 Hipótesis**

### **Hipótesis General**

La capacidad de absorción de fosfatos que presenta el Jacinto de agua *Eichornia crassipes* es la más adecuada para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017.

### **Hipótesis Específicas**

La relación que existe entre la biomasa del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* y la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa es inversamente proporcional.

La calidad del agua después del proceso de absorción para la mejora de las aguas de los Pantanos de Villa son los más apropiados.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la capacidad de absorción de fosfatos que presenta el Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017.

### **Objetivos Específicos**

Determinar la relación que existe entre la biomasa del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* y la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa.

Analizar la calidad del agua antes y después del proceso de absorción para la mejora de las aguas de los Pantanos de Villa.

## CAPÍTULO II: Método

### 2.1 Diseño de Investigación

#### Tipo de Investigación

La presente investigación es del tipo **descriptivo**, porque según Namakforoosh se conocerá cómo y porqué la manera de comportarse del sujeto de estudio. Así mismo, trata de describir las características de un cierto grupo. Se estudia el comportamiento del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* y el tratamiento que se realiza para absorber fosfatos. Además, es de diseño **experimental** de corte **longitudinal**, ya que, según Ortiz, en este tipo de investigación consiste en analizar cambios en grupos específicos. (Ortiz, 2004, p. 47). El estudio se basa en medir la absorción de fosfatos en tres tiempos: 10, 20 y 30 días a partir del primer día de muestreo en el lugar de estudio.

### 2.2 Variables, Operacionalización

Para el presente estudio se tomó en cuenta dos tipos de variables:

- **Variable Independiente:** Capacidad de absorción del Jacinto de agua *Eichornia crassipes*.

Las especies acuáticas es una especie valiosa para el tratamiento de aguas, tiene la función de absorción de contaminantes y nutrientes con el fin de determinar el efecto negativo de sustancias tóxicas en el agua. (Arroyave, 2004, p. 33-38)

- **Variable Dependiente:** Mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa.

"La calidad del agua dependen de características físicas, químicas y bacteriológicas, propias de los ecosistemas acuáticos y son evaluadas con análisis de las muestras de agua; sin embargo, los valores obtenidos son características particulares del agua". (Gonzales y Zúñiga, 2014, p. 05)

#### 2.2.1 Operacionalización de las Variables

### Cuadro 01: Operacionalización de las variables

Capacidad de absorción de fosfatos del Jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Capacidad de absorción del jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> (V.I.)	Las especies acuáticas es una especie valiosa para el tratamiento de aguas, tiene la función de absorción de contaminantes y nutrientes con el fin de determinar el efecto negativo de sustancias tóxicas en el agua. (Arroyave, 2004, 33-38 p.)	Con el análisis de absorción atómica se determinará la cantidad de fosfatos que es absorbida por el Jacinto de agua de las aguas de los Pantanos de Villa.	Biomasa	Tamaño de la raíz	cm
				Tamaño del tallo	
				Tamaño de la hoja	
			Absorción	Concentración inicial de fosfatos en el agua del pantano	mg/L
	Concentración final de fosfatos en el agua del pantano				
Mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa (V.D.)	"La calidad del agua dependen de características físicas, químicas y bacteriológicas, propias de los ecosistemas acuáticos y son evaluadas con análisis de las muestras de agua; sin embargo, los valores obtenidos son características particulares del agua". (Gonzales y Zúñiga, 2014, 05 p.)	A través del muestreo se comprobará el grado de concentración de fosfatos en las aguas del pantano.	Parámetros físicos	Turbidez	NTU
				Temperatura	°C
				Conductividad Eléctrica	µs/cm
			Parámetros químicos	pH	1-14
				Oxígeno disuelto	µs/cm
	Sólidos Totales Disueltos	ppm			

Fuente: Elaboración propia

### 2.3 Población y Muestra

#### Población

Se considera como población a la cantidad total de agua que alberga una de las lagunas de los Pantanos de Villa, laguna que se considera como lugar de estudio. La cantidad que contiene la laguna no es constante, ya que se verificó que hay dos tubos de desfuegos hacia la laguna. Sin embargo, con la ayuda de una huincha de 500 metros se midieron los laterales del lugar de estudio. Sus mediciones son 113 m x 100.55 m.

## **Muestra**

Para efectos del presente estudio se ha considerado a 42 litros de muestra, sacadas de los Pantanos de Villa que están distribuidos en tres recipientes con 13 litros cada uno.

## **Criterio de Inclusión**

Se basa correspondientemente al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial, el cual indica los puntos de monitoreo a una distancia mínima de 50 metros.

## **2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **2.4.1 Descripción de la Metodología**

El presente proyecto de investigación consta de cuatro fases: Fase I: Inicio del Proceso, Fase II: Estudio en Campo, Fase III: Estudio en el laboratorio. Se detalla cada fase a continuación:

#### **Fase I: Inicio del Proceso**

- En la fase inicial de la investigación, se recopila información actual, se hace uso de fichas y notas de campo.
- Se establece los puntos en donde se sacará las muestras. Con el uso del GPS se apuntan las coordenadas y se toman anotaciones sobre aspectos o características de los puntos de cada muestreo.
- Se reconoce las coordenadas establecidas en imágenes de Google Earth, posteriormente se traspasa al AutoCAD para una mejor claridad en los puntos de muestreo.

#### **Fase II: Estudio en campo**

- Se saca una muestra de agua del pantano de cada punto a monitorear para determinar el nivel de concentración de fosfatos.

**Para la recolección de muestras se debe considerar:**

- i) Frascos de polietileno que tenga boca ancha y un cierre hermético, de un litro (03 unidades para cada punto de muestreo);
  - ii) Cada frasco debe estar rotulado conteniendo los datos que señala los “Requisitos para toma de muestra de Agua y Preservación”;
  - iii) Cada muestra tomada debe colocarse en un cooler con refrigerantes que preserven sus características naturales.
- Para la recolección de muestras de agua se tomará como guía lo que se establece en los “Requisitos para toma de muestra de Agua y Preservación”, cuadro que está adjunto en el Anexo I.
  - Con la ayuda del multiparámetro se realiza la medición de los parámetros in situ como pH, temperatura y conductividad; el cual se debe apagar el equipo y enjuagar los electrodos con la muestra de agua, posteriormente se realiza la medición moviendo ligeramente el electrodo, luego se estabiliza la lectura y se hace los apuntes correspondientes de los resultados.
  - Los apuntes se deben registrar en el Cuadro N° 03: Calidad Inicial del Agua. Detallado en el Capítulo III: Resultados.

**Fase III: Estudio en el laboratorio**

- Para la verificación de la existencia de concentración de fosfatos se mandó a analizar las muestras tomadas en las aguas de Los Pantanos de Villa en el Laboratorio Envirotest certificado por el INACAL con Registro N° LE-056.

**Para la determinación de fosfatos se utilizó el método de colorímetro en un espectrofotómetro, utilizando el ácido vanadomolibdofosfórico**

Reactivos:

- Solución patrón de fósforo de 50 ppm
- Reactivo Vanadato-Molibdato

Procedimiento:

- i) Se debe utilizar 05 matraces, los cuales van a hacer utilizados para el blanco, y para las soluciones patrones los cuales van a contener 1 ppm, 2 ppm, 4 ppm y 5 ppm.
- ii) Para la preparación de los patrones de la recta de calibración se necesitar utilizar una pipeta variable de 1 a 10 ml.
- iii) Succionar en la pipeta 1 ml de la solución estándar de fósforo (solución que contiene 50 ppm) y colocarlo en el matraz de 1 ppm.
- iv) Seguidamente, se mide en una probeta 10 ml de reactivo de vanadomolibdato, se llena agua destilada a volumen de 50 ml, aforar por goteo con agua destilada, se homogeniza agitando un poco.
- v) Se repite el mismo procedimiento para los demás patrones.
- vi) Se utiliza 25 ml de la muestra, colocándose en un matraz, se añade 10 ml de vanadatolibdato; por último, se añade agua destilada hasta llevar a 50 ml la solución, se homogeniza agitando un poco.
- vii) Se espera 10 minutos para que se desarrolle el color. La intensidad del color será proporcional a la concentración de fosfato.  
Para la presente investigación se utilizó el espectrofotómetro UV Visible (Modelo Biotraza 722).
- viii) Posteriormente, se calibra el espectrofotómetro a una onda de 400 nm.
- ix) La solución blanco se debe colocar en una cubeta y colocarlo dentro del equipo (la absorbancia debe estar en cero), se calibra a 100%.
- x) Para medir la absorbancia de los patrones se debe realizar del más diluido al más concentrado, entre cada lectura controlar la absorbancia en cero con el blanco (incluido el de la muestra).
- xi) Se debe anotar el valor de absorbancia de los patrones y el valor de absorbancia de la muestra.
- xii) De los datos obtenidos se construye la recta de calibración ingresando el valor de absorbancia de la muestra.

xiii) Por último, se realiza el cálculo de la concentración de la muestra por el método gráfico y se realiza el análisis de regresión para obtener la concentración de la muestra.

- Los primeros resultados de las muestras se detallan en el Cuadro N° 03: Calidad inicial del agua, en el Capítulo III: Resultados.
- Se analiza los datos que se obtenga y se compara con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes. Cabe destacar que el lugar de estudio de la presente investigación se encuentra en la Categoría 4 – E1.
- Se debe medir la concentración de fosfatos en los recipientes y los parámetros establecidos según el cuadro de operacionalización de variables, cada 10 días y comparar con el ECA y tomar apuntes de las observaciones.

#### **2.4.2 Técnicas de recolección de datos**

Se tomó en cuenta las siguientes técnicas para la recolección de datos en la investigación.

- Observación en la zona de estudio
- Recorrido de la zona de estudio con el fin de definir los puntos de muestreo.

#### **2.4.3 Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos en la investigación se necesitó:

- Fichas de campo
- Registro anecdótico

#### **2.4.4 Validez y Confiabilidad**

El presente estudio realizó investigaciones sobre la eficiencia del Jacinto de agua para bioacumular fosfatos de las aguas de los Pantanos de Villa, y se tomó la decisión de escoger este ecosistema por la facilidad de acceso, porque se cuenta con información previa para ponerlo en práctica en este humedal y que servirá de guía para llevarlo a cabo. Previamente a la realización de la parte experimental del estudio se realizó una muestra de agua para ser analizada en el laboratorio, con el fin de determinar la cantidad de fosfato que contiene el ecosistema y así compararlo con los ECAS vigentes.

Así mismo, se contó con la validación de los cuadros de instrumentos, revisada y aprobada por el juicio de expertos en el tema. Cuadro que se presenta a continuación:

**Cuadro 02: Juicio de Expertos**

Juicio de Expertos		
N°	Nombre de Expertos	Promedio de Valoración
1	Dr. Luis Gamarra Chavarry	90%
2	Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales	90%
3	Dr. Antonio Delgado Arenas	90%
<b>Promedio Total de Valoración</b>		<b>90%</b>

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la confiabilidad de la recolección de datos y de los cuadros de instrumentos, se refiere a una medición que es confiable y segura, cuando aplicada repetidamente a un mismo individuo o grupo, o al mismo tiempo por investigadores diferentes, da iguales o parecidos resultados (Sánchez y Guarisma, 1995, p. 85).

## **2.5 Metodología del Proceso de Investigación**

### **2.5.1 Recojo de Datos**

#### **Muestreo**

Se realizó el muestreo no probabilístico, tomadas intencionalmente en tres puntos del pantano, cada 50 metros. Las muestras se tomaron de manera homogénea y

elegida de manera directa. Los puntos de monitoreo se tomaron de acuerdo a lo que establece la Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos naturales de Aguas Superficiales.

**Cuadro 03: Puntos de monitoreo**

Puntos de monitoreo	Ubicación	Tipo	Coordenadas UTM	
			Sur	Oeste
EF - 01	Pantanos de Villa - Urb. Las Delicias de Villa	Cuerpo receptor	12°11'59''	76°59'54''
EF - 02	Pantanos de Villa - Urb. Las Delicias de Villa	Cuerpo receptor	12°11'56''	76°59'52''
EF - 03	Pantanos de Villa - Urb. Las Delicias de Villa	Cuerpo receptor	12°11'52''	76°59'43''



**Puntos de Muestreo**

Fuente: Elaboración propia

### **Recolección de agua de los Pantanos de Villa**

En total se recolectó 42 litros de agua de los Pantanos de Villa, los cuales fueron depositados en 03 recipientes de 10 litros de capacidad. Cada recipiente fue llenado con 10 litros de agua recolectada y un ejemplar de Jacinto de agua.

### **Tratamiento de especies**

Antes de ser colocada el Jacinto de agua en cada recipiente, se debe lavar las raíces con agua destilada, con el fin de eliminar todo contaminante que esté pegado a la planta.

Se debe medir cada parte de la biomasa del ejemplar (hoja, tallo y raíz) para demostrar al final del experimento cuanto desarrollo tuvo la planta. También se debe medir la conductividad y pH durante los tres primeros días de la colocación a los recipientes. Cuyos resultados de la medición se encuentran en el Cuadro 05: Promedio de los resultados de pH en el rango de tres días y Cuadro 06: Promedios de los resultados de conductividad eléctrica en el rango de tres días.

### **Progreso de las especies**

Luego de 31 días de la etapa experimental, los tres ejemplares de Jacinto de agua se realizaron las mediciones de cada parte de la biomasa del ejemplar (hoja, tallo y raíz), lo cual se evidencia un leve crecimiento, detallado en el Cuadro 15: Crecimiento de los ejemplares.

Cabe mencionar que, durante el tiempo de experimentación con las especies, el agua de cada recipiente se evaporó un litro.

### **Criterio de exclusión**

Del lugar de estudio se abstiene los puntos de monitoreo que no sean seguros, ni accesibles para el muestreo.

De la especie a estudiar se abstiene presencia de marchitez, algún tipo de enfermedad o plaga.

### **Metodología para el procedimiento estadístico**

Para el análisis de datos se usará la prueba estadística Anova, ya que acorde con Serra, es uno de los métodos estadísticos que permite analizar la varianza de un factor, para este caso, entre sujetos para una determinada variable de dependiente cuantitativa. Siendo como objetivo de este método estadístico contrastar la hipótesis de que varias medias son iguales a la hipótesis nula.

Estas pruebas se realizaron con la ayuda del programa SPSS Statistics Base 22.0, de esta manera se estudia las medias de los resultados del muestreo de aguas del pantano respecto al ECA actual, establecido según el MINAM y publicado por el Diario El Peruano.

## **2.6 Aspectos Éticos**

Las pruebas de muestreo que se realizaron en los Pantanos de Villa y la recolección de ejemplares del Jacinto de agua se dieron con sumo cuidado, respetando su hábitat y ecosistema. Se cuidó de no alterar o modificar ningún factor, teniendo en cuenta el respeto que se le tiene que dar al medio ambiente y a la biodiversidad de la zona.

## CAPÍTULO III: Resultados

### 3.1 Condición inicial del agua

En el cuadro N° 03, se detalla las concentraciones del estado inicial del agua de los Pantanos de Villa; es decir, la condición en el primer muestreo que se realizó. La concentración de fosfatos, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto y turbiedad fueron analizados en el Laboratorio Envirotec SAC., mientras que los resultados de los parámetros de temperatura, pH y conductividad eléctrica fueron analizados in situ con la ayuda de un multiparámetro. Los resultados que se obtuvo fueron comparados con la Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, en la SubCategoría E1: Lagunas y Lagos del D.S. N° 015-2015-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental del Agua). En el caso de sólidos totales disueltos fueron comparados con el ECA del 2008, puesto que en actual ECA no figura una concentración exacta para esta categoría.

**Cuadro 04: Calidad inicial del agua**

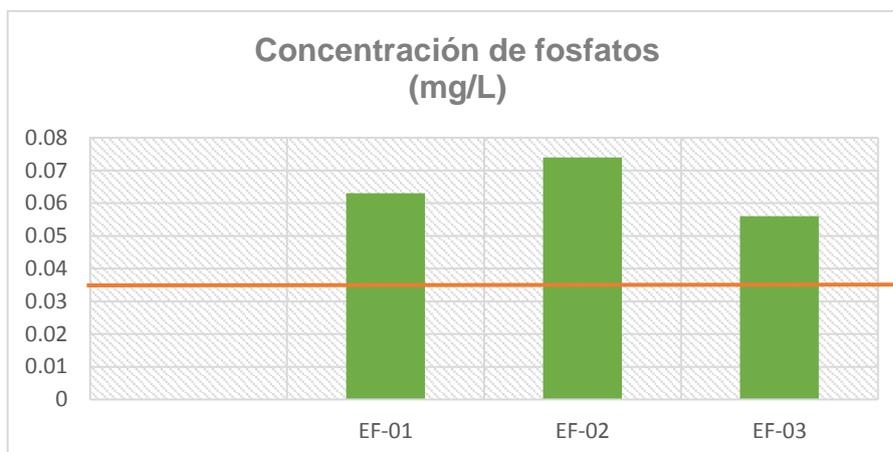
Estación	Día de muestreo	Parámetros In Situ			Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Concentración de fosfatos (mg/L)
		Temperatura (°C)	pH	Conductividad Eléctrica (us/cm)			
EF-01	13/05/2017	18,3	7,6	385,6	536	7,4	0,063
EF-02	13/05/2017	21,4	7,4	383	523	8,3	0,074
EF-03	13/05/2017	20,9	7,6	387,2	524	6,1	0,056
D.S. N°015-2015-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA)		-	6,5 – 9,0	1000	500*	≥5	0,035

\*D.S. N°002-2008-MINAM – ECA DE AGUA

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, los parámetros obtenidos in situ (temperatura, pH y conductividad eléctrica) no sobrepasan los valores que se establecen en el Estándar de Calidad Ambiental vigente; sin embargo, las concentraciones de fosfatos en los puntos de muestreo, si sobrepasan lo establecido en el D.S. N°

015-2015-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental del Agua). En el gráfico a continuación se detalla la concentración de fosfatos.



**Gráfico 01: Concentración de fosfatos inicial en el agua de los Pantanos de Villa**

En el presente gráfico se aclara que las concentraciones de fosfatos en el agua de los Pantanos de Villa que sobrepasan lo establecido según el D.S. N° 015-2015-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental del Agua). Siendo como valor máximo según la Categoría 4 – SubCategoría E1 (Lagos y Lagunas) para fosfatos un valor de 0,035 mg/L.

### 3.2 Características iniciales de los ejemplares de Jacinto de Agua

Para realizar el proceso de análisis de absorción de fosfatos, se consiguieron tres ejemplares de Jacinto de agua *Eichornia crassipes*, las cuales eran plantas jóvenes y sin presencia de marchitez o de alguna enfermedad. De los cuales se tomaron apuntes del tamaño inicial de cada especie.

**Cuadro 05: Biomasa inicial del Jacinto de agua**

Jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i>	Biomasa			
	Raíz (cm)	Tallo (cm)	Hoja (cm)	Tamaño total (cm)
Ejemplar 01	8,2	9	5	22,2
Ejemplar 02	10,5	8	5,5	24
Ejemplar 03	14	11	6	31

Como se puede apreciar el ejemplar 03 es el que tiene mayor tamaño, mientras que el ejemplar 01 es el de tamaño menor. Cabe señalar, que los tres ejemplares de Jacinto de agua son plantas jóvenes en estado de desarrollo.

### 3.3 Proceso del acondicionamiento de la planta Jacinto de Agua

Para afirmar que la planta Jacinto de Agua puede desarrollarse y crecer en aguas de pantanos, se acondicionó tres ejemplares de Jacinto de agua en recipientes conteniendo las muestras de agua sacadas de una de las lagunas de Los Pantanos de Villa.

Se analizó el pH y conductividad durante tres días para observar su preparación para el proceso de absorción de fosfatos, posteriormente.

#### 3.3.1 Nivel de pH

Según la Bióloga Deisi Reyes Montoya, en su investigación del desarrollo de la especie Jacinto de agua *Eichornia crassipes*, describe que, entre sus condiciones de mantenimiento, la especie, debe estar en agua neutra cuyo pH varíe entre 6,8 y 7,5 para que tenga un buen desarrollo.

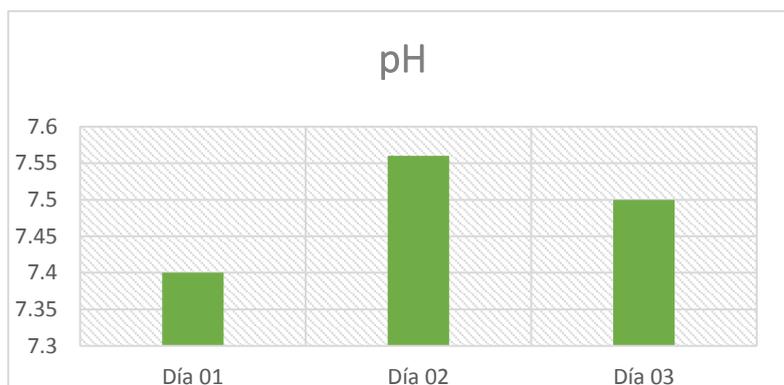
**Cuadro 06: Promedio de los resultados de pH en el rango de tres días**

Tiempo de adecuación	pH
Día 01	7,4
Día 02	7,56
Día 03	7,5

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el nivel de pH inicial en el primer día fue de 7,4; en el segundo día se calculó a 7,56; ya en el tercer día se tiene un nivel de 7,5. En promedio de los tres cálculos da 7,48; por lo que se puede deducir que los resultados (con respecto al pH) en la fase de adaptación tienen concordancia con los estudios realizados por la Bióloga Deisi Reyes Montoya, asegurando que la adecuación del

Jacinto de agua en los recipientes es un medio que no interrumpiría su crecimiento, ni sus funciones.



**Gráfico 02: Nivel de pH**

En el gráfico N° 02, se especifica los niveles de pH que se han obtenido durante tres días para la adecuación de la planta y para un normal desarrollo.

### 3.3.2 Conductividad Eléctrica

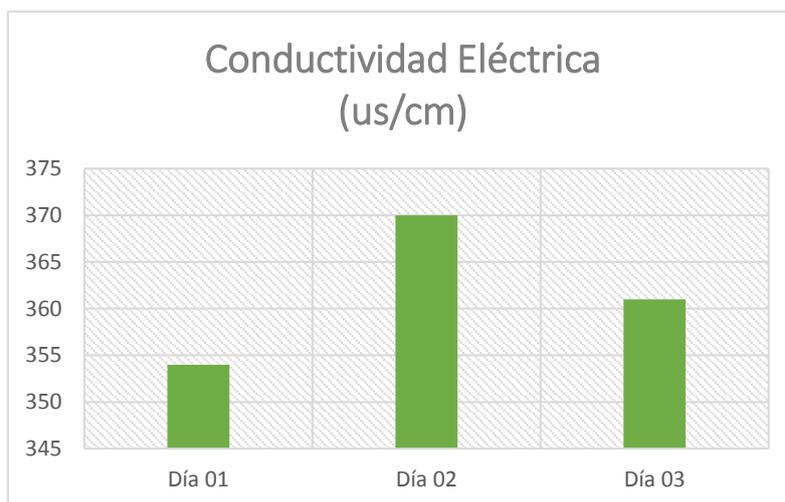
La conductividad se basa en la concentración de iones y tiene una relación directa con el nivel de pH.

**Cuadro 07: Promedios de los resultados de conductividad eléctrica en el rango de tres días**

Tiempo de adecuación	Conductividad Eléctrica (us/cm)
Día 01	354
Día 02	370
Día 03	361

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar una conductividad eléctrica de 354 us/cm en el primer día, ya en su tercer día se tiene una conductividad eléctrica de 361 us/cm. En promedio de la conductividad, de los resultados obtenidos en tres días, resulta 361,66 us/cm. Lo que asegura un ambiente normal para su crecimiento y desarrollo del



**Gráfico 03: Nivel de conductividad eléctrica**

Jacinto de agua.

En el gráfico N° 03, se especifica los niveles de conductividad eléctrica que se han obtenido durante tres días para la adecuación de la planta y para un normal desarrollo.

### **3.4 Proceso de absorción de fosfatos del Jacinto de Agua**

El proceso de absorción de fosfatos se calculó cada diez días. Además, se evaluó parámetros in situ para determinar su desarrollo y evolución de las muestras.

#### **1er. Cálculo: 23 de Mayo del 2017**

Luego de haber pasado 10 días desde el acondicionamiento de los ejemplares del Jacinto de agua en los recipientes, se evaluó la concentración de fosfatos y parámetros.

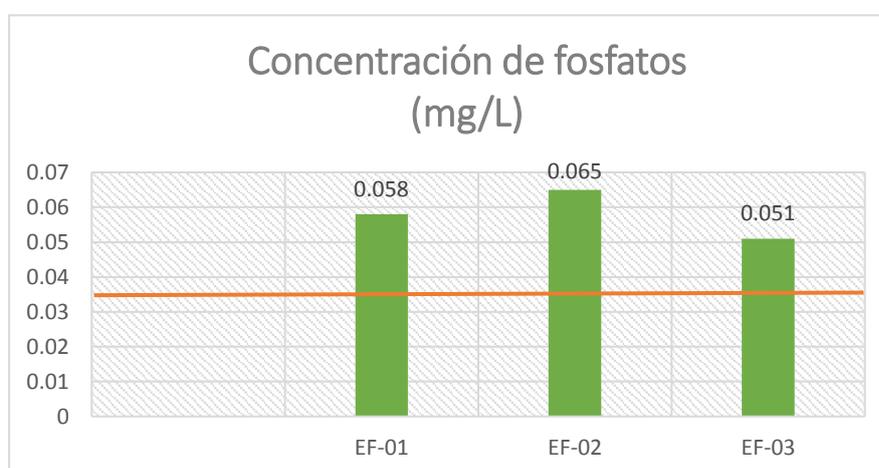
**Cuadro 08: Primer cálculo de las especies**

Estación	Día de muestreo	Parámetros In Situ			Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Concentración de fosfatos (mg/L)
		Temperatura (°C)	pH	Conductividad Eléctrica (us/cm)				
EF-01	23/05/2017	19,6 °C	7,32	924,3	539	7,1	26,52	0,058
EF-02	23/05/2017	20,3 °C	7,4	910	527	7,9	22,32	0,065
EF-03	23/05/2017	19,7 °C	7,58	927,2	528	5,8	21,4	0,051

D.S. N°015-2015-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA)	-	6,5 – 9,0	1000	500*	≥5	-	0,035
---	---	-----------	------	------	----	---	-------

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los parámetros como pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto siguen estando dentro de lo establecido en el ECA. Por otra parte, la concentración de fosfatos ha comenzado a disminuir en los primeros diez días.



**Gráfico 04: Concentración de fosfatos en la primera muestra**

En el Gráfico N°04, se puede observar que aún sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental propuesto por el MINAM, siendo como valor máximo de 0,035 mg/L.

## 2do. Cálculo: 02 de Junio del 2017

Durante el proceso de evaluación de absorción de fosfatos del Jacinto de agua, se consideró como factor subversivo a las lloviznas, ya que éstas podrían afectar los resultados del proceso.

**Cuadro 09: Segundo cálculo de las especies**

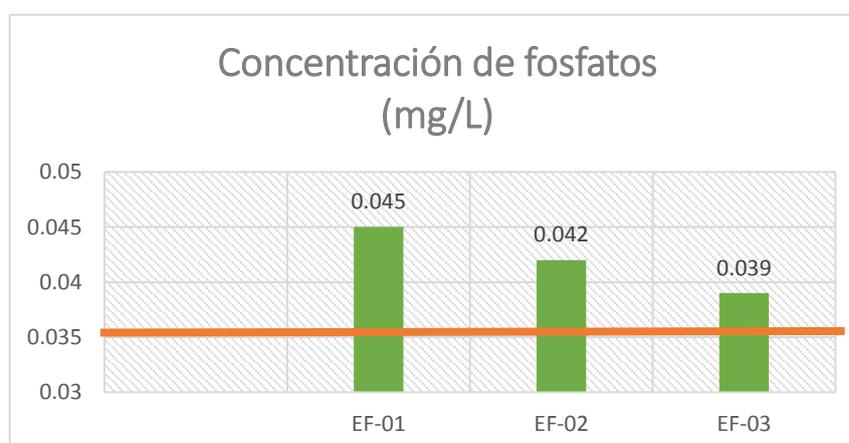
Estación	Día de muestreo	Parámetros In Situ			Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Concentración de fosfatos (mg/L)
		Temperatura (°C)	pH	Conductividad Eléctrica (us/cm)				
EF-01	02/06/2017	19,5	7,35	913,6	532	7,3	26,75	0,045
EF-02	02/06/2017	19,3 °C	7,42	905,1	525	8	22,19	0,042
EF-03	02/06/2017	19 °C	7,52	914,5	530	6,3	21,56	0,039

D.S. N°015-2015-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA)	-	6,5 – 9,0	1000	500*	≥5	-	0,035
---	---	-----------	------	------	----	---	-------

Fuente: Elaboración propia

Para que las lloviznas no afectaran el proceso de la investigación se consideró colocar los recipientes en un ambiente que proteja el agua de las muestras que estaban dentro de los recipientes.

Por otro lado, se evidencia que los resultados de los parámetros estudiados siguen estando dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.



**Gráfico 05: Concentración de fosfatos en la segunda muestra**

En el Gráfico N°05, se puede observar que la concentración de fosfatos ha disminuido, en los primeros veinte días del proceso de evaluación del Jacinto de agua; sin embargo, aún sobrepasa el valor establecido en el ECA vigente.

### 3er. Cálculo: 12 de Junio del 2017

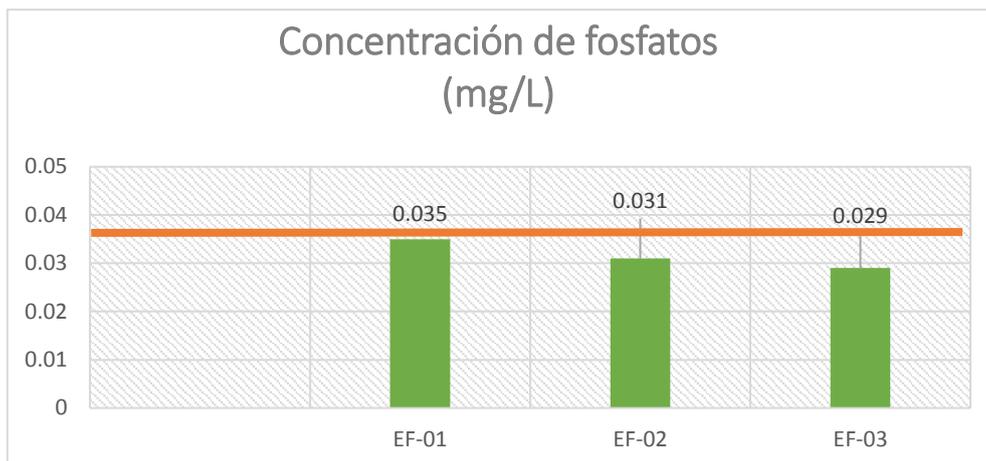
Después de 31 días del proceso de evaluación de calculó, por última vez los parámetros establecidos en la operacionalización de las variables y la concentración de fosfatos de los tres recipientes.

**Cuadro 10: Tercer cálculo de las especies**

Estación	Día de muestreo	Parámetros In Situ			Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Concentración de fosfatos (mg/L)
		Temperatura (°C)	pH	Conductividad Eléctrica (us/cm)				
EF-01	23/05/2017	20,5	7,3	911,5	530	7,2	22,52	0,035
EF-02	23/05/2017	19,7	7,28	900	525	7,8	20,3	0,031
EF-03	23/05/2017	19,5	7,32	912	525	6,9	21,38	0,029
D.S. N°015-2015-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA)		-	6,5 – 9,0	1000	500*	≥5	-	0,035

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los parámetros siguen estando dentro de los Estándares de Calidad Ambiental. Sin embargo, la absorción de fosfatos del Jacinto de agua fue eficiente, ya que se logró disminuir la cantidad de concentración de fosfatos en comparación con el estado inicial.



**Gráfico 06: Concentración de fosfatos en la tercera muestra**

En el Gráfico N°06, se observa que las concentraciones de fosfatos en los tres recipientes están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental, mejorando la calidad de agua de los Pantanos de Villa, a través del proceso de absorción del Jacinto de agua.

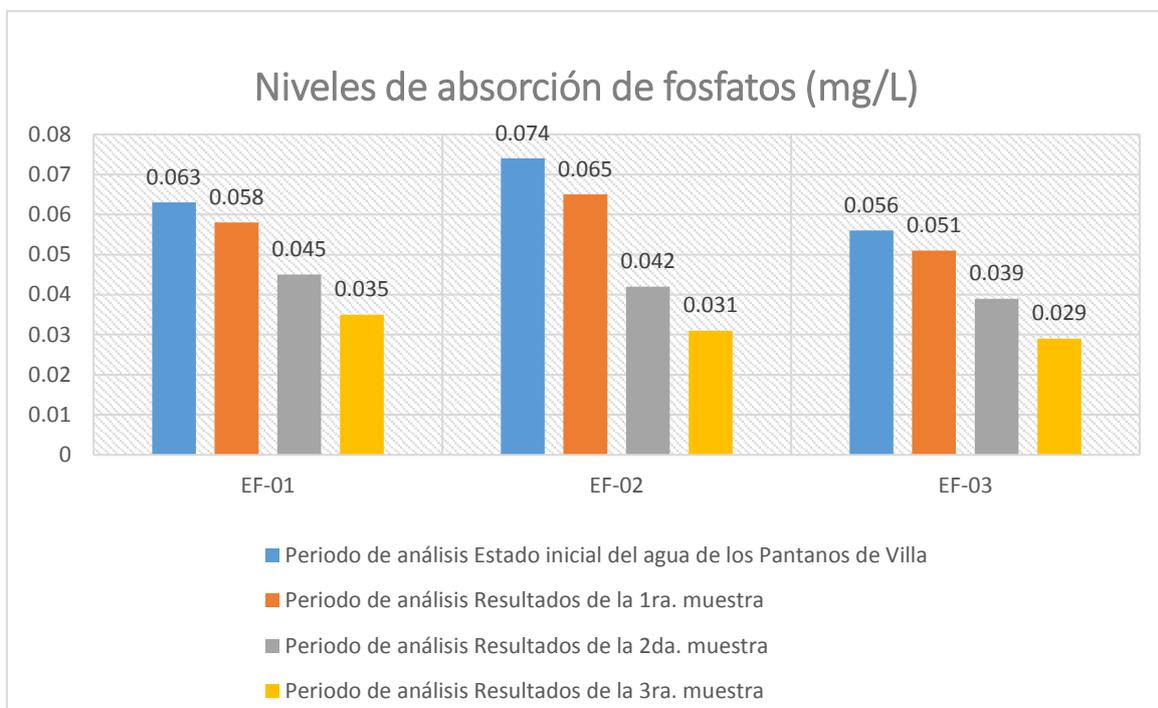
### 3.5 Absorción detallada de fosfatos del Jacinto de Agua

**Cuadro 11: Valores de fosfatos obtenidos en el proceso de análisis**

Estación	Periodo de análisis	Concentración de fosfatos (mg/L)			
		Estado inicial del agua de los Pantanos de Villa	Resultados de la 1ra. muestra	Resultados de la 2da. muestra	Resultados de la 3ra. muestra
EF-01	Mayo - Junio	0,063	0,058	0,045	0,035
EF-02	Mayo - Junio	0,074	0,065	0,042	0,031
EF-03	Mayo - Junio	0,056	0,051	0,039	0,029

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°11, se detalla las mediciones realizadas cada diez días, en los tres recipientes que tuvieron como contenido inicial de 10 litros de agua cada uno.



**Gráfico 07: Niveles de absorción de fosfatos en el tiempo de 04 semanas**

En el Gráfico N°07, se observa el proceso de absorción durante los 31 días que duró la parte experimental de la investigación. La absorción de fosfatos se obtuvo por el método de espectrofotometría UV Visible.

### 3.6 Promedio de fosfato absorbido en cada estación

Se comparó la concentración inicial y final de cada estación y se promedió la absorción final en los cuatros semanas que duró la etapa de experimentación del estudio.

**Cuadro 12: Estación EF-01**

Estación EF-01	
Fosfato (inicial)	0,063 mg/L
Promedio de fosfato en las 4 semanas del proceso	0,016 mg/L
Fosfato (final)	0,035 mg/L

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 12, se puede apreciar que el promedio con respecto a la disminución de fosfatos en el agua durante las cuatro semanas de proceso fue de 0,016 mg/L, teniendo una eficiencia de 44,45%.

**Cuadro 13: Estación EF-02**

Estación EF-02	
Fosfato (inicial)	0,074 mg/L
Promedio de fosfato en las 4 semanas del proceso	0,020 mg/L
Fosfato (final)	0,031 mg/L

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 13, se puede apreciar que el promedio con respecto a la disminución de fosfatos en el agua durante las cuatro semanas de proceso fue de 0,020 mg/L, teniendo una eficiencia de 58,10%.

**Cuadro 14: Estación EF-03**

Estación EF-03	
Fosfato (inicial)	0,056 mg/L
Promedio de fosfato en las 4 semanas del proceso	0,014 mg/L
Fosfato (final)	0,029 mg/L

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 14, se puede apreciar que el promedio con respecto a la disminución de fosfatos en el agua durante las cuatro semanas de proceso fue de 0,014 mg/L, teniendo una eficiencia de 48,22%.

Cabe señalar, que las propiedades del Jacinto de agua *Eichornia crassipes*, se desarrollan de una mejor manera en épocas de verano, por lo que se estimaría una mayor eficiencia teniendo el mismo procedimiento que la presente investigación.

### 3.7 Crecimiento y desarrollo de las especies

Al finalizar la etapa de experimentación, se volvió a medir la biomasa (hoja, tallo y raíz) de los tres ejemplares de Jacinto de agua que se utilizó en los tres recipientes.

**Cuadro 15: Crecimiento de los ejemplares**

Jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i>	Biomasa			
	Raíz (cm)	Tallo (cm)	Hoja (cm)	Tamaño total (cm)
Ejemplar 01	9,6	10	6,5	26,1
Ejemplar 02	11,3	9	6	26,3
Ejemplar 03	16	13,5	7	36,5

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, en el Cuadro 15, el ejemplar que tuvo un mayor desarrollo fue el ejemplar 03 con un tamaño total de 36,5 cm, mientras que los ejemplares 01 y 02 tuvieron un tamaño de 26,1 cm y 26,3 cm, respectivamente. Durante todo el proceso de experimentación, los tres ejemplares mostraron tener buen color, puesto que no presentaron algún indicio de marchitez.

### 3.8 Método Estadístico

Se plantea las siguientes hipótesis:

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ): Las medias de las muestras son iguales.
- Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): Las medias de las muestras son significativamente distintas.

En la siguiente tabla se detalla los datos descriptivos analizados en el SPSS Statistics Base 22,0, de la primera hasta la cuarta muestra con respecto de las tres estaciones donde se extrajo la cantidad de agua necesaria para la parte experimental.

#### Descriptivos

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
primera_muestra	EF-01	3	,047667	,0115902	,0066916	,018875	,076458	,0370	,0600
	EF-02	3	,046667	,0158219	,0091348	,007363	,085971	,0330	,0640
	EF-03	3	,040333	,0116762	,0067412	,011328	,069339	,0300	,0530
	Total	9	,044889	,0119210	,0039737	,035726	,054052	,0300	,0640
segunda_muestra	EF-01	3	,046000	,0115326	,0066583	,017352	,074648	,0350	,0580
	EF-02	3	,046000	,0173494	,0100167	,002902	,089098	,0310	,0650
	EF-03	3	,039667	,0110151	,0063596	,012304	,067030	,0290	,0510
	Total	9	,043889	,0122009	,0040670	,034510	,053267	,0290	,0650
tercera_muestra	EF-01	3	,049667	,0127017	,0073333	,018114	,081219	,0350	,0570
	EF-02	3	,046667	,0168028	,0097011	,004926	,088407	,0320	,0650
	EF-03	3	,039000	,0100000	,0057735	,014159	,063841	,0290	,0490
	Total	9	,045111	,0125941	,0041980	,035430	,054792	,0290	,0650
cuarta_muestra	EF-01	3	,045667	,0125831	,0072648	,014409	,076925	,0340	,0590
	EF-02	3	,045667	,0194251	,0112151	-,002588	,093921	,0290	,0670
	EF-03	3	,040000	,0125300	,0072342	,008874	,071126	,0270	,0520
	Total	9	,043778	,0134608	,0044869	,033431	,054125	,0270	,0670

#### Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
primera_muestra	,278	2	6	,766
segunda_muestra	,542	2	6	,607
tercera_muestra	,637	2	6	,561
cuarta_muestra	,563	2	6	,597

Para el estadístico de Levene todas las significancias son mayores a 0,05, por lo tanto, se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ); es decir, las varianzas de las muestras son iguales. Se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Si se cumple el supuesto de homocedasticidad, se debe fijar en el ratio F, del siguiente cuadro:

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
primera_muestra	Entre grupos	,000	2	,000	,273	,770
	Dentro de grupos	,001	6	,000		
	Total	,001	8			
segunda_muestra	Entre grupos	,000	2	,000	,217	,811
	Dentro de grupos	,001	6	,000		
	Total	,001	8			
tercera_muestra	Entre grupos	,000	2	,000	,501	,629
	Dentro de grupos	,001	6	,000		
	Total	,001	8			
cuarta_muestra	Entre grupos	,000	2	,000	,139	,873
	Dentro de grupos	,001	6	,000		
	Total	,001	8			

### Conclusión

Se observa que la significancia es mayor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ) y se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ); que nos indica en este caso que no existen diferencias estadísticamente significativas en la media de los tres grupos.

## **CAPÍTULO IV: Discusión**

A partir de los hallazgos encontrados en la presente investigación, se acepta la hipótesis general que establece que la capacidad del Jacinto de agua *Eichornia crassipes*, es la más adecuada para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Camacho (2014), en su tesis “Capacidad de dos plantas acuáticas para la remoción de nutrientes de las aguas residuales domésticas en la Universidad César Vallejo – Lima Este”, quien señala que utilizar la especie del Jacinto de agua para mejorar la calidad de aguas residuales es una opción considerándose a la especie como fitorremediadora de aguas residuales. Camacho considera a un 90% de remoción de nutrientes en aguas residuales, en un tiempo de 60 días; mientras que los resultados de la presente investigación se promedian en un 50,25% de remoción de fosfatos, en un tiempo de 31 días. Esto podría suponer que en un rango de 60 días se podría obtener un porcentaje de remoción igual al que obtuvo Camacho en su investigación. Al igual que la investigadora en mención, se utilizó el método del colorímetro en el espectrofotómetro.

Así mismo, García (2012), en su investigación “Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas”, señala que el Jacinto de agua tuvo una eficiencia del 50% a 40% de remoción de nutrientes, el cual es un promedio bueno en Latinoamérica y se relaciona con los resultados del presente estudio. Sin embargo, García no señala la medición de parámetros con respecto al ECA, siendo este punto un factor importante para el desarrollo y crecimiento de la planta y a la vez para el mantenimiento de cualquier ecosistema.

Por otra parte, Álvarez (2016), quien realizó su tesis: “*Determinación Analítica de Detergentes en las aguas de Los Pantanos de Villa*”, determina que el agua de los Pantanos de Villa presenta concentraciones de detergentes que son considerados tóxicos para la vida acuática, Álvarez encontró nutrientes como fósforo y nitrógeno total y determino como pH base y conductividad alta. Discrepando con el presente

estudio, pues se analizó la conductividad y no sobrepasa lo establecido en el ECA. Esto podría relacionarse a la variabilidad que presenta las aguas dependiendo la estación en el que se mide una muestra. Sin embargo, con respecto al pH si guarda relación, pues se ha demostrado que los niveles de pH son bases y estos resultados también son considerados para el buen desarrollo del Jacinto de agua.

## CAPÍTULO V: Conclusiones

- En la presente investigación se logró disminuir las concentraciones de fosfatos por debajo de lo que se establece en el ECA vigente. Teniendo como resultados finales 0,035 mg/L, 0,031 mg/L y 0,029 mg/L de las estaciones EF-01, EF-02 y EF-03 respectivamente. Se considera que la planta Jacinto de agua es una de las alternativas para absorber nutrientes de aguas con concentraciones de nitratos y fosfatos, evitando de esta manera la eutrofización.
- La relación que existe entre la biomasa del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* y la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, dependerán de las características de la planta, las especies tienen que ser jóvenes y sin alguna presencia de enfermedad. En esta tesis se acondicionó a tres ejemplares de la especie Jacinto de agua en tres recipientes para que se puedan desarrollar y realizar sus funciones.
- Se verificó, semanalmente, a través del multiparámetro las condiciones ambientales en las que se encontraba, teniendo como resultado que el Jacinto de agua se encontraba dentro de los parámetros establecidos del ECA vigente (pH, conductividad, sólidos totales disueltos y temperatura). Los parámetros que presentaba el agua de las muestras (en todo el proceso), fueron muy importantes en la presente tesis, ya que estaba relacionado directamente con la concentración de fosfatos.

## **CAPÍTULO VI: Recomendaciones**

- Se recomienda realizar este proceso en otra estación del año, ya que el Jacinto de agua, tiende a ser más eficiente (con respecto a la absorción de fosfatos en épocas con mayores temperaturas.
- Sería interesante realizar la misma metodología de la presente tesis, en otra parte de los Pantanos de Villa, para demostrar los niveles de concentraciones de fosfatos. Pues se sabe que los Pantanos de Villa cuenta con un área de 263.24 hectáreas y es un lugar de fácil acceso.
- Es importante utilizar refrigerantes inmediatamente después que se haya realizado el muestreo de aguas, ya que ayudará a no modificar las características naturales del agua.
- Se podría realizar la misma metodología para otro ecosistema que contenga mayor concentración de fosfatos.
- Tener en cuenta que las condiciones climatológicas, a veces juega en contra, por esa razón, no se debe exponer a lluvias, ni a la radiación del sol.

## CAPÍTULO VII. Referencias

- ABANTO, Jhusty. Tratamiento de Aguas Contaminadas con Cadmio (Cd) Usando la Planta de Girasol *Helianthus annuus*, a nivel laboratorio, 2015. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Lima, Universidad César Vallejo, 2015, 77 p.
- ALDABE, S. [et al]. Química 2 química en acción. Argentina, Ediciones Colihue, 2004, 400 p.
- ALVAREZ, Carmen. Determinación Analítica de Detergentes en las Aguas de los Pantanos de Villa. Tesis (Título Profesional de Licenciada en Química). Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016, 97 p.
- ALVAREZ, Cristian. Evaluación de la Diversidad Específica de las aves de los Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. Tesis (Título Profesional de Licenciado en Ciencias Biológicas). Lima, Universidad Ricardo Palma, 2007, 113 p.
- AMASIFUEN, Bryan. Fitorremediación de la Estación 06 del Río Chillón de Metales Pesados mediante la Planta Girasol (*Helianthus annuus*), en el Distrito de Puente Piedra, 2013. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Lima, Universidad César Vallejo, 2013, 62 p.
- APONTE, Héctor. Respuesta de *Schoenoplectus americanus* (Pers.) Vol. ex Sch. & R. Séll. (Cyperaceae) “junco” a diferentes concentraciones de nutrientes. Tesis (Título Profesional de Biólogo con mención en Botánica). Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2007, 79 p.
- BUENFIL, J. Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Humedales Costeros del Golfo de México. México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología, 2009. 373 p.

- CALDERÓN, J. V. Contaminación e Intoxicación por Plomo. México: Trillas, 2008. 124 p.
- CANALES, A. Evaluación de la biomasa y manejo de Lemna gibba (lenteja de agua) en la bahía interior del Lago Titicaca, Puno. Perú, Departamento Académico de Biología, Universidad Agraria La Molina, 2010. 91-99 p.
- CAPÓ, M. Principios de Ecotoxicología. España: Ediciones Tébar. 2007, 320 p.
- CARDONA, A. F. R., MOLINA, M. T. F. y BAENA, J. P. Variación espacial y temporal en los contenidos de mercurio, plomo, cromo y materia orgánica en sedimento del complejo de humedales de Ayapel, córdoba, noroccidente colombiano. Colombia. *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, (69): 244-255, 2013.  
<<http://search.proquest.com/docview/1612547038?accountid=37408>>  
[2016, 03 de setiembre].
- Constitución Política del Perú. Perú, 1993. 72 p.
- DE MARSILY, G. El Agua. México: Siglo Veintiuno Editores S.A., 2003. 121 p.
- DELGADILLO, Oscar [et al]. Depuración de Aguas Residuales por medio de Humedales Artificiales. Bolivia, Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro Agua). Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Agronomía, 2010, 105p.
- Diccionario de Ciencias. España: Complutense, 2000. 1129 p.
- DUGAN, P. Conservación de Humedales. Suiza: UICN, 1992. 100 p.
- ELÍAS, Xavier. Tratamiento y Valorización Energética de Residuos. España: Díaz de Santos S.A., 2012. 1229 p.

- FERNÁNDEZ, Jesús [et al]. Tecnologías para el uso y transformación de Biomasa Energética. España, Ediciones Mundi-Prensa, 2015. 443 p.
- FIERRO, Mayvelinne. Estimación de la capacidad de almacenamiento de carbono (C) en el junco *Scirpus americanus* pers y totora *Schoenoplectus californicus* del refugio de vida silvestre Los Pantanos de Villa, Lima. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Lima, Universidad César Vallejo, 2013, 42 p.
- FIGUEROA, Ricardo [et al]. Caracterización Ecológica de Humedales de la Zona Semiárida en Chile Central. vol. 73, no. 1. Chile, Gayana, 209 p. 76-94 ISSN 0717-652X.
- FRERS, C. El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. *Observatorio Medioambiental*, 11, 301-305, 2008.  
<<http://search.proquest.com/docview/218923035?accountid=37408>> [2016, 03 de setiembre].
- GARCIA, Zarela. Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Sanitario). Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 282 p.
- GONZALEZ, S. y ZUÑIGA, M. Contaminación del Río Tecolutla: Diagnostico de la calidad del agua en el Río Tecolutla, tramo Coyutla a Gutiérrez Zamora, Veracruz, México. México. Editorial Académica Española, 2014, 128 p.
- GUARNIZO, A. y MARTÍNEZ, P. Experimentos de Química Orgánica. Colombia: Ediciones Elizcom, 200?. 204 p.
- Estrategia Nacional para la Conservación de los Humedales en el Perú. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Perú, 1996. 20 p.

- IZAÚL SILVESTRE, P. y GUSTAVO, C. Modelo integrado de un sistema de biodepuración en origen de aguas residuales domiciliarias. Una propuesta para comunidades periurbanas del Centro Sur de Chile. Chile. *Gestión y Ambiente*, 16(3): 39-51, 2013.  
<<http://search.proquest.com/docview/1676961023?accountid=37408>>  
[2016, 03 de setiembre].
- La Convención Ramsar y su Misión [base de datos en línea]. Suiza: Convención Ramsar, 2014.  
<<http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convenci%C3%B3n-de-ramsar-y-su-misi%C3%B3n>> [2016, 28 de setiembre].
- MELENDRO, M.; MURGA, M. y CANO A. Iniciativas de Educación Ambiental para la Sostenibilidad. España, Universidad Nacional de Educación a distancia, 2011. 25 p.
- Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. El Peruano, Perú, 19 de diciembre de 2015. 569076-569082 p.
- MONGAY, Carlos. (2005) Quimiometría. España: Universitat de Valencia. 423 p.
- MOSCHELLA, P. Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo. Tesis (Magíster en Desarrollo Ambiental). Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012, 132 p.
- NAMAUFOROOSH, M. (2005). Metodología de la Investigación. México: Limusa, 2005. 528 p.

- OBEK, E. y HASAR H. Papel de la lenteja de agua (*Lemna minor* L.) en la extracción biológica de fosfato de los efluentes del tratamiento secundario. *Boletín Ambiental*, (11), 27-29, 2002.
- ORTIZ, Frida. *Diccionario de Metodología de la Investigación Científica*. México: Limusa, 2004. 176 p.
- PAJUELO, L. (2014). Humedales de Villa María: Realidad incierta con promisión. Perú. *Revista IN Crescendo Educación y Humanidades*, (1), 159-161, 2014.  
<<http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increcendo-educacion/article/view/398>> [2016, 04 de setiembre].
- PEÑA-SALAMANCA, Enrique [et al]. (2013). Bioprospección de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediación: Caso *Heliconia Psittacorum*. Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, (37), 469-481 2013.  
<[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082013000400004&lang=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082013000400004&lang=pt)> [2016, 04 de setiembre].
- RAMÍREZ, Alberto. *Ecología: Métodos de Muestreo y Análisis de Poblaciones y Comunidades*. Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, 2006. 273 p.
- RÍOS, C.; APPASAMY, D. y ROBERTS, C. Un Sistema de Remediación Integrado usando zeolitas sintéticas y naturales para el tratamiento de aguas residuales y sedimentos contaminados. Colombia, *Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*, (78), 125-134, 2011.  
<[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532011000600014&lang=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532011000600014&lang=pt)> [2016, 04 de setiembre].
- ROLDÁN, G. y RAMIREZ, J. *Fundamentos de la Limnología Neotropical*. Colombia: Universidad de Antioquía, 2008. 442 p.

- RONZANO, E. y DAPENA, J. Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales. México: Díaz de Santos, 2002. 498 p.
- RUSSELL, D. Tratamiento de Aguas residuales, un enfoque práctico. España: Editorial Reverté, 2012. 273 p.
- SÁNCHEZ, B. y GUARISMA, J. Métodos de Investigación. Venezuela: Ediciones Universidad Bicentenario de Aragua, 1995. 167 p.
- SÁNCHEZ, Oscar [et al]. Perspectivas sobre Conservación de Ecosistemas Acuáticos en México. México: Progreso S.A., 2007. 293 p.
- Secretaría de la Convención de Ramsar [base de datos en línea]. Suiza: Uso racional de los humedales: Conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 1, 2010.  
<<http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-01sp.pdf>>  
[2016, 03 de octubre].
- SERRA, Pilar. (Junio 12 del 2014). Análisis de varianza de un factor 1/5. [Archivo de Video].  
Disponible en:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=leHF2OKwT80>>  
[2017, 01 de julio].
- Situación ambiental de la provincia constitucional del Callao. Consejo nacional del Ambiente (CONAM). Perú, 2001. 181 p.
- VEGA, J. y VEGA, S. Electromagnetismo. México: Grupo Editorial Patria, 2014. 249 p.

## **ANEXOS**

# ANEXO I: Requisitos para la toma de muestra de agua y preservación



Ministerio de Agricultura



ANEXO N° I

ANA	FOLIO N°
OAJ	195

Autoridad Nacional del Agua

2

**“REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y PRESERVACIÓN”**

Determinación/parámetro	Recipiente <sup>2</sup>	Volumen mínimo de muestra	Tipo de muestra	Preservación y conservación	Tiempo máximo de duración
Olor	V	500 mL	AS	Análizar lo más pronto posible; refrigerar	—
Oxígeno disuelto (Electrodo)	P, V	1000 mL	AS	Análisis inmediato	—
Oxígeno disuelto (Winkler)	botella winkler	300 mL	AS	Reactivo 1 y reactivo 2	8 horas
Sabor	V	500 mL	AS	Análizar lo más pronto posible; refrigerar	—
Salinidad	V (sello de cera)	240 mL	AS	Análisis inmediato o usar sello de cera	—
Silíce	P	200 mL	AS, AR	Refrigerar, no congelar	28 días
Sólidos totales suspendidos (TSS)	P, V	500 mL	AS	Refrigerar	2 a 7 días
Sólidos totales disueltos (STD)	P, V	500 mL	AS	Refrigerar	3 a 7 días
Sólidos totales	P, V	200 mL	AS, AR	Refrigerar	2-7 días, ver protocolo
Sulfato	P, V	100 mL	AS, AR	Refrigerar	28 días
Sulfuro	P, V	100 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar 4 gotas de acetato de zinc 2N/100 mL; agregar NaOH hasta pH>9	7 días
Plaguicidas	V(D) tapón de TFE	1000 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar 1000 mg ácido ascórbico/L si hay cloro residual	7 días
Organoclorados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Bifenilopoliclorados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Organofosforados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Piretroides	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Trihalometanos	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
<b>Microbiológico:</b>					
Coliformes termotolerantes (NMP)	V	250 mL	AR, AS	refrigerar a 4 °C	6 - 24 horas
Coliformes totales (NMP)	V	250 mL	AR, AS	refrigerar a 4 °C	6 - 24 horas
Escherichia (NMP)	V	250 mL	AR, AS	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enterococos (NMP)	V	250 mL	AM	refrigerar a 4 °C	6 horas
Salmonella (A/P)	V	2 a 4 L	AS	refrigerar a 4 °C	6 horas
Vibrio cholerae (A/P)	V	2 a 4 L	AS	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enteroparásitos	P o V	1000 mL	AR cruda	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enteroparásitos	P	4000 mL	AR tratada 2da lag	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enteroparásitos	P	2000 mL	AS	refrigerar a 4 °C	24 horas
<b>Botánico:</b>					
Fitoplancton cuantitativo	V o P	250 mL	AS	Lugol ácido formalina 5 %	15 días
Fitoplancton cualitativo	V o P	> 5 L	AS	formalina 5 %	15 días
Fitoplancton cuali o cuantitativo	V o P	250 - 5 L	AS	refrigerar a 4 °C	24 horas

<sup>1</sup>Basado en los métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales, APHA, AWWA, WPCF, 17a edición 1987  
<sup>2</sup>(V)=vidrio, (P)=plástico, (VA) o (PA): lavado 1+1HNO<sub>3</sub>, V(D)=lavado con acetona luego hexano  
<sup>3</sup> (AS) Agua superficial, (AR) Agua residual, (AM) Agua de mar



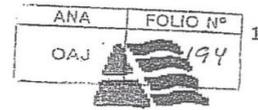
Fuente: R.J. N°182-2011-ANA



Ministerio de Agricultura



ANEXO N° 1



Autoridad Nacional del Agua

“REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y PRESERVACIÓN”

Determinación/parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra	Tipo de muestra	Preservación y conservación	Tiempo máximo de duración
<b>Físico-químico:</b>					
Oxígeno disuelto				Análisis inmediato en campo	
Temperatura				Análisis inmediato en campo	
pH				Análisis inmediato en campo	
Conductividad	P, V	500	AS, AR	Refrigerar	28 días
Acidez	P, V	100 mL	As	Refrigerar	14 días
Alcalinidad/CO <sub>3</sub> HCO <sub>3</sub>	P, V	200 mL	As	Refrigerar	14 días
Turbidez	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar el mismo día; para más de 24 h guardar en oscuridad, refrigerar	48 horas
Boro	P	100 mL	AS, AR	No requiere	6 meses
Bromuro	P, V	100 mL	AS, AR	No requiere	28 días
Carbono orgánico total (COT)	V	100 mL	AS, AR	Análisis inmediato; o refrigerar y agregar H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2	28 días
Clorofila	P, V	500 mL	AS, AR	30 días en la oscuridad	30 días
Cloruro	P, V	50 mL	AS, AR	No requiere	28 días
Color	P, V	500 mL	AS, AR	Refrigerar	48 horas
Sustancias activas al azul de metileno	P, V	250	AS, AR	Refrigerar	48 horas
Fenoles	P, V	500 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2	40 días después de extraer
DBO	P, V	1000 mL	As	Refrigerar	48 horas
DQO	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible, o agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2; refrigerar	28 días
Dureza	P, V	100 mL	AS, AR	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH<2	6 meses
Fluoruro	P	300 mL	AS, AR	No requiere	28 días
Fosfato	V(A)	100 mL	As	Para fosfato disuelto filtrar inmediatamente; refrigerar	48 horas
Cianuro WAD/cianuro Libre/cianuro total	P, V	500 mL	AS, AR	Agregar NaOH hasta pH>12, refrigerar en la oscuridad	14 días
Aceites y Grasas	V, ambar boca ancha calibrado	1000 mL	AS, AR	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar	28 días
Hidrocarburos	V ámbar boca ancha	1 000 mL	As	Agregar HCl hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días
Metales, general	P	100 mL	As	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2	6 meses
Cromo VI	P (A) o V(A)	300 mL	As	Refrigerar	24 horas
Arsénico	P (A) o V(A)	500 mL	As	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, 4° C, refrigerar	2 meses
Mercurio	P (A), V(A)	500 mL	AS, AR	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, 4° C, refrigerar	28 días
N-Amoniacal	P, V	500 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible, o agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2; refrigerar	28 días
Nitrato	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible o refrigerar	48 h (28 días para muestras cloradas)
Nitrato + nitrato	P, V	200 mL	AS, AR	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2, refrigerar	28 días
Nitrato	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible o refrigerar	48 horas
Orgánico, Kjeldahl (N-Orgánico)	P, V	500 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2	28 días



Fuente: R.J. N°182-2011-ANA

## ANEXO II: Matriz de Consistencia

"Capacidad de absorción de fosfatos del jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017"														
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición						
¿Qué capacidad de absorción de fosfatos presenta el jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017?	Determinar la capacidad de absorción de fosfatos que presenta el jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017.	La capacidad de absorción de fosfatos del jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> es la más adecuada para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017.	Capacidad de absorción del jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> (V.I.)	Las especies acuáticas es una especie valiosa para el tratamiento de aguas, tiene la función de absorción de contaminantes y nutrientes con el fin de determinar el efecto negativo de sustancias tóxicas en el agua. (Arroyave, 2004, 33-38 p.)	Con el método de colorimetría en el espectrofotómetro de UV Visible se determinará la cantidad de fosfatos al inicio y al final del proceso por el jacinto de agua de las aguas de los Pantanos de Villa.	Biomasa	Tamaño de la raíz	cm						
							Tamaño del tallo							
						Absorción	Concentración inicial de fosfatos en el agua del pantano		mg/L					
							Concentración final de fosfatos en el agua del pantano							
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición						
¿Cuál es la relación que existe entre la biomasa del Jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> y la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa?	Evaluar la relación que existe entre la biomasa del jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> y la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa.	La relación que existe entre la biomasa del jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i> y la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa es inversamente proporcional.	Mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa (V.D.)	"La calidad del agua dependen de características físicas, químicas y bacteriológicas, propias de los ecosistemas acuáticos y son evaluadas con análisis de las muestras de agua; sin embargo, los valores obtenidos son características particulares del agua". (Gonzales y Zúñiga, 2014, 05 p.)	A través del muestreo se comprobará el grado de concentración de fosfatos en las aguas del pantano.	Parámetros físicos	Turbidez	NTU						
										Temperatura	°C			
¿Cuál es la calidad del agua antes y después del proceso de absorción para la mejora de las aguas de los Pantanos de Villa?	Analizar la calidad del agua antes y después del proceso de absorción para la mejora de las aguas de los Pantanos de Villa.	La calidad del agua antes y después del proceso de absorción para la mejora de las aguas de los Pantanos de Villa son los más apropiados.	Mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa (V.D.)	"La calidad del agua dependen de características físicas, químicas y bacteriológicas, propias de los ecosistemas acuáticos y son evaluadas con análisis de las muestras de agua; sin embargo, los valores obtenidos son características particulares del agua". (Gonzales y Zúñiga, 2014, 05 p.)	A través del muestreo se comprobará el grado de concentración de fosfatos en las aguas del pantano.	Parámetros químicos	Conductividad eléctrica	us/cm						
													pH	Unidad de pH
													Oxígeno disuelto	mg/L
							Sólidos Totales Disueltos	ppm						

### ANEXO III: Instrumentos de Validación

Jacinto de agua <i>Eichornia crassipes</i>	Biomasa			
	Raíz (cm)	Tallo (cm)	Hoja (cm)	Tamaño total (cm)
Ejemplar 01				
Ejemplar 02				
Ejemplar 03				

Fuente: Elaboración propia

Estación	Ubicación	Día de muestreo	Parámetros In Situ			Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Concentración de fosfatos (mg/L)
			Temperatura (°C)	pH	Conductividad Eléctrica (us/cm)			
EF-01	Pantanos de Villa - Urb. Las Delicias de Villa							
EF-02	Pantanos de Villa - Urb. Las Delicias de Villa							
EF-03	Pantanos de Villa - Urb. Las Delicias de Villa							

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO IV: Validación de Instrumentos de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Gamarran Chavarri Luis Felipe  
 1.2. Cargo e institución donde labora: SENAMHI - UCV  
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Geografía UCV.  
 1.4. Nombre del instrumento: Resultados de los análisis  
 1.5. Título de la investigación: "Capacidad de absorción de fosfatos del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017"  
 1.6. Autor del instrumento: Ita Vejarano, Diana Cecilia

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						<b>90</b>

#### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Capacidad de absorción del Jacinto de agua *Eichornia crassipes*

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Biomasa	Tamaño de la raíz	✓		
	Tamaño del tallo	✓		
	Tamaño de la hoja	✓		
Absorción	Concentración inicial de fosfatos en el agua del pantano	✓		
	Concentración final de fosfatos en el agua del pantano	✓		



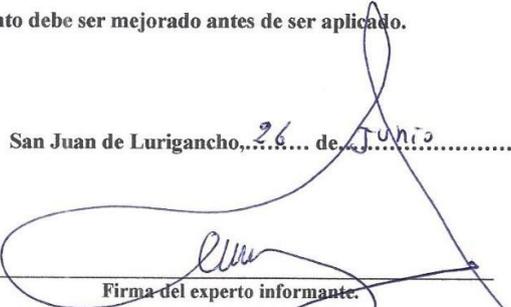
SEGUNDA VARIABLE: Mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicos	Turbidez	✓		
	Temperatura	✓		
	Conductividad eléctrica	✓		
Parámetros químicos	pH	✓		
	Oxígeno disuelto	✓		
	Sólidos Totales	✓		
	Disueltos	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 26 de Junio del 2012.

  
Firma del experto informante.

DNI N° 10228440 Teléfono N° 952872387



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Valdeazar Gamals. Logio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador de ESULL
- 1.3. Especialidad del validador: ING. PRODUCCIÓN
- 1.4. Nombre del instrumento: Resultados de análisis
- 1.5. Título de la investigación: "Capacidad de absorción de fosfatos del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017"
- 1.6. Autor del instrumento: Ita Vejarano, Diana Cecilia

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

**PRIMERA VARIABLE:** Capacidad de absorción del Jacinto de agua *Eichornia crassipes*

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Biomasa	Tamaño de la raíz	✓		
	Tamaño del tallo	✓		
	Tamaño de la hoja	✓		
Absorción	Concentración inicial de fosfatos en el agua del pantano	✓		
	Concentración final de fosfatos en el agua del pantano	✓		



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Delgado Arenas Antonio Leonardo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord. de Investigación de la EP de San Andrés
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Químico - Metodólogo
- 1.4. Nombre del instrumento: Resultados de análisis
- 1.5. Título de la investigación: "Capacidad de absorción de fosfatos del Jacinto de agua *Eichornia crassipes* para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017"
- 1.6. Autor del instrumento: Ita Vejarano, Diana Cecilia

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90%
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						90%

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

**PRIMERA VARIABLE:** Capacidad de absorción del Jacinto de agua *Eichornia crassipes*

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Biomasa	Tamaño de la raíz	✓		
	Tamaño del tallo	✓		
	Tamaño de la hoja	✓		
Absorción	Concentración inicial de fosfatos en el agua del pantano	✓		
	Concentración final de fosfatos en el agua del pantano	✓		



SEGUNDA VARIABLE: Mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicos	Turbidez	✓		
	Temperatura	✓		
	Conductividad eléctrica	✓		
Parámetros químicos	pH	✓		
	Oxígeno disuelto	✓		
	Sólidos Totales Disueltos	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado  
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 26 de Junio del 2016.

Firma del experto informante.

DNI N° 29671691 Teléfono N° 999106180

# ANEXO V: Informes del Laboratorio Envirotest



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-056



Registro N° LE-056

## INFORME DE ENSAYO N° 171458 CON VALOR OFICIAL

**Nombre del Cliente** : DIANA CECILIA ITA VEJARANO

**Dirección** : Jr.Chavin de Huantar N°1132, Urb. Zarate - S.J.L.

**Referencia** : Cotización N° -05009-17

**Proyecto** : Capacidad de absorcion de fosfatos del jacinto de agua Eichornia crassipes para la mejora de la calidad de las aguas de los pantanos de Villa, Chorrillos, 2017

**Procedencia** : Pantanos de Villa - Chorrillos

**Muestreo Realizado Por** : El Cliente

**Cantidad de Muestra** : 3

**Producto** : Agua Natural

**Fecha de Recepción** : 2016/05/15

**Fecha de Ensayo** : 2016/05/15 al 2016/05/23

**Fecha de Emisión** : 2016/05/23

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

### I. Resultados

Código de Laboratorio	171458-01	171458-02	171458-03
Código de Cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Fecha de Muestreo	13/05/2017	13/05/2017	13/05/2017
Hora de Muestreo (h)	15:13	15:21	15:38
Tipo de Producto	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados		
<b>Análisis de Campo <sup>(c)</sup> *</b>					
pH	Und. pH	...	7.6	7.4	7.6
Temperatura de Muestra	°C	...	18.3	21.4	20.9
<b>Fisicoquímicos</b>					
Fosfato	mg/L	0.03	0.063	0.074	0.056
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	6	536	523	824
Oxígeno Disuelto (Winkler) *	mg/L	2,00	7.4	8.3	6.1

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, <sup>(c)</sup>=Resolución cuantificable, "..." = No Analizado,

\* <= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, >= Mayor al valor indicado, <sup>(c)</sup>= Límite de Detección de Método..

\* : Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

<sup>(c)</sup> : Datos proporcionados por el cliente (parámetros in situ)

FQ-LAB-54  
FE: Oct 09  
FR: 5/Jun 12

Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú , Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828

info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

Página 1 de 2

**INFORME DE ENSAYO N° 171458  
CON VALOR OFICIAL**

**II. Métodos y Referencias**

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
<b>Análisis de Campo</b>		
pH	SM 4500-H+ B, 22nd. Ed. 2012	pH Value. Electrometric Method
Temperatura	SM 2550 B, 22nd. Ed. 2012	Temperature Laboratory and Field Methods
<b>Fisicoquímicos</b>		
Fosfato	SM 4500-P E, 22nd. Ed. 2012	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Oxígeno Disuelto (Winkler)	SM 4500-O C, 22nd. Ed. 2012	Azide Modification
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C, 22nd. Ed. 2012	Solids.Total Dissolved Solids Dried at 180°C

**SIGLAS:** "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22st Ed. 2012

**Alfonso Vilca M.**  
GCSSA  
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al laboratorio.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**\*\* FIN DEL INFORME \*\***

**INFORME DE ENSAYO N° 171550  
CON VALOR OFICIAL**

**Nombre del Cliente** : DIANA CECILIA ITA VEJARANO  
**Dirección** : Jr.Chavin de Huantar N°1132, Urb. Zárate - S.J.L  
**Referencia** : Cotización N° -05020-17  
**Proyecto** : Capacidad de absorción de fosfatos del jacinto de agua Eichornia crassipes para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017.  
**Procedencia** : Pantanos de Villa - Chorrillos  
**Muestreo Realizado Por** : El Cliente  
**Cantidad de Muestra** : 3  
**Producto** : Agua Natural  
**Fecha de Recepción** : 2017/05/23  
**Fecha de Ensayo** : 2017/05/29 al 2017/05/29  
**Fecha de Emisión** : 2017/05/29

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

**I. Resultados**

Código de Laboratorio	171550-01	171550-02	171550-03
Código de Cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Fecha de Muestreo	23/05/2017	23/05/2017	23/05/2017
Hora de Muestreo (h)	08:50	08:54	09:00
Tipo de Producto	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
<b>Análisis de Campo (6)</b>			
pH	Und. pH	...	7.32 7.4 7.58
Temperatura de Muestra	°C	...	19.6 20.3 19.7
<b>Físicoquímicos</b>			
Fosfato	mg/L	0,03	0.058 0.065 0.051
Oxígeno Disuelto (Winkler) *	mg/L	2,00	7.1 7.9 5.8
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	6	539 527 528
Turbiedad	NTU	0,25	26.52 22.32 21.40

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, <sup>(6)</sup>=Resolución cuantificable, "..." = No Analizado,

"<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado, <sup>(6)</sup>= Límite de Detección de Método.

(6) : Datos proporcionados por el cliente (parámetros in situ)

\* : Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú , Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828

FL-LAB-54  
FE: Oct 09  
FR: 5/Jun 12

info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

Página 1 de 2

## INFORME DE ENSAYO N° 171550 CON VALOR OFICIAL

### II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
<b>Análisis de Campo</b>		
pH	SM 4500-H+ B, 22nd. Ed. 2012	pH Value, Electrometric Method
Temperatura	SM 2550 B, 22nd. Ed. 2012	Temperature Laboratory and Field Methods
<b>Fisicoquímicos</b>		
Fosfato	SM 4500-P E, 22nd. Ed. 2012	Phosphorus, Ascorbic Acid Method
Oxígeno Disuelto (Winkler)	SM 4500-O C, 22nd. Ed. 2012	Azide Modification
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C, 22nd. Ed. 2012	Solids.Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Turbiedad	SM 2130 B, 22nd. Ed. 2012	Turbidity, Nephelometric Method

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22st Ed. 2012

### III. Observaciones

Agua Natural

**Alfonso Vilca M.**  
GCSSA  
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al laboratorio.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

\*\* FIN DEL INFORME \*\*

**INFORME DE ENSAYO N° 171645  
CON VALOR OFICIAL**

**Nombre del Cliente** : DIANA CECILIA ITA VEJARANO  
**Dirección** : Jr.Chavin de Huantar N°1132, Urb. Zárate - S.J.L  
**Referencia** : Cotización N° -05055-17  
**Proyecto** : Capacidad de absorción de fosfatos del jacinto de agua Eichornia crassipes para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017.  
**Procedencia** : Pantanos de Villa - Chorrillos  
**Muestreo Realizado Por** : El Cliente  
**Cantidad de Muestra** : 3  
**Producto** : Agua Natural  
**Fecha de Recepción** : 2017/06/02  
**Fecha de Ensayo** : 2017/06/12 al 2017/06/12  
**Fecha de Emisión** : 2017/06/12

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

**I. Resultados**

Código de Laboratorio	171645-01	171645-02	171645-03
Código de Cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Fecha de Muestreo	02/06/2017	02/06/2017	02/06/2017
Hora de Muestreo (h)	08:00	08:04	08:09
Tipo de Producto	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
<b>Análisis de Campo <sup>(6)</sup> *</b>			
pH	Und. pH	...	7.35 7.42 7.52
Temperatura de Muestra	°C	...	19.5 19.3 19
<b>Fisicoquímicos</b>			
Fosfato	mg/L	0,03	0,045 0,042 0,039
Oxígeno Disuelto (Winkler) *	mg/L	2,00	7,3 8 6,3
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	6	532 525 530
Turbiedad	NTU	0,25	26,75 22,19 21,56

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, <sup>(6)</sup> = Resolución cuantificable, "..." = No Analizado,

\* <= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, \* > = Mayor al valor indicado, <sup>(6)</sup> = Límite de Detección de Método..

(6) : Datos proporcionados por el cliente (parámetros in situ)

\* : Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

**INFORME DE ENSAYO N° 171645  
CON VALOR OFICIAL**

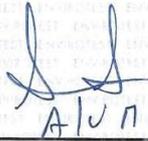
**II. Métodos y Referencias**

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
<b>Fisicoquímicos</b>		
Fosfato	SM 4500-P E, 22nd. Ed. 2012	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Oxígeno Disuelto (Winkler)	SM 4500-O C, 22nd. Ed. 2012	Azide Modification
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C, 22nd. Ed. 2012	Solids.Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Turbiedad	SM 2130 B, 22nd. Ed. 2012	Turbidity. Nephelometric Method

**SIGLAS:** "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22st Ed. 2012

**III. Observaciones**

Agua Natural



**Alfonso Vilca M.**  
**GCSSA**  
**C.Q.P. N° 587**

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al laboratorio.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**\*\* FIN DEL INFORME \*\***

## INFORME DE ENSAYO N° 171855 CON VALOR OFICIAL

**Nombre del Cliente** : DIANA CECILIA ITA VEJARANO

**Dirección** : Jr.Chavin de Huantar N°1132, Urb. Zárate - S.J.L

**Referencia** : Cotización N° -05025-17

**Proyecto** : Capacidad de absorción de fosfatos del jacinto de agua Eichornia crassipes para la mejora de la calidad de las aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos, 2017.

**Procedencia** : Pantanos de Villa - Chorrillos

**Muestreo Realizado Por** : El Cliente

**Cantidad de Muestra** : 3

**Producto** : Agua Natural

**Fecha de Recepción** : 2017/06/12

**Fecha de Ensayo** : 2017/06/12 al 2017/06/20

**Fecha de Emisión** : 2017/06/20

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

### I. Resultados

Código de Laboratorio	171855-01	171855-02	171855-03
Código de Cliente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Fecha de Muestreo	12/06/2017	12/06/2017	12/06/2017
Hora de Muestreo (h)	07:53	07:56	08:00
Tipo de Producto	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados		
<b>Análisis de Campo <sup>(c)</sup></b>					
pH	Und. pH	...	7.30	7.28	7.32
Temperatura de Muestra	°C	...	20.5	19.7	19.5
<b>Fisicoquímicos</b>					
Fosfato	mg/L	0,03	0,035	0,031	0,029
Oxígeno Disuelto (Winkler) *	mg/L	2,00	7,2	7,8	6,9
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	6	530	525	525
Turbiedad	NTU	0,25	22,52	20,3	21,38

**Legenda:** L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, <sup>(c)</sup> = Resolución cuantificable, "—" = No Analizado,

<sup>\*</sup> <= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, <sup>\*</sup> >= Mayor al valor indicado, <sup>(d)</sup> = Límite de Detección de Método..

<sup>(c)</sup> : Datos proporcionados por el cliente (parámetros in situ)

<sup>\*</sup> : Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

## INFORME DE ENSAYO N° 171855 CON VALOR OFICIAL

### II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
<b>Análisis de Campo</b>		
pH	SM 4500-H+ B, 22nd. Ed. 2012	pH Value. Electrometric Method
Temperatura	SM 2550 B, 22nd. Ed. 2012	Temperature Laboratory and Field Methods
<b>Fisicoquímicos</b>		
Fosfato	SM 4500-P E, 22nd. Ed. 2012	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Oxígeno Disuelto (Winkler)	SM 4500-O C, 22nd. Ed. 2012	Azide Modification
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C, 22nd. Ed. 2012	Solids.Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Turbiedad	SM 2130 B, 22nd. Ed. 2012	Turbidity. Nephelometric Method

**SIGLAS:** "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22st Ed. 2012

### III. Observaciones

Agua Natural



Alfonso Vilca M.  
GCSSA  
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al laboratorio.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**\*\* FIN DEL INFORME \*\***

## ANEXO VI: Fotografías de la Investigación



**Fotografía N° 1:** Parte del Pantano de Villa que colinda con la Urbanización Las Delicias de Villa – Chorrillos.



**Fotografía N°2:** Muestreo en la primera estación (EF-01).



**Fotografía N°3:** Muestreo en la segunda estación (EF-02).



**Fotografía N°4:** Muestreo en la tercera estación (EF-03).



**Fotografía N°5:** Rotulado de las muestras, según lo que establece la R. J. N°182-2011-ANA.



**Fotografía N°6:** Medición de la biomasa del Jacinto de agua *Eichhornia crassipes*.



**Fotografía N°7:** Ejemplares del Jacinto de agua, dentro de los tres recipientes, en la primera semana del proceso.



**Fotografía N°8:** Ejemplares del Jacinto de agua, en la tercera semana del proceso.



**Fotografía N°9:** Ejemplar del Jacinto de agua recipiente 2, de la estación EF-02.



**Fotografía N°10:** Desfogue de desagüe de la Urbanización Las Delicias de Villa – Chorrillos.