



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con *Chrysopogon zizanioides* en un humedal artificial para nitratos y fosfatos,  
Moyobamba, 2020.

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

**AUTORES:**

Córdova García, Oscar (ID 0000-0003-2723-0108)

Díaz López, José Luis (ID 0000-0002-9756-7606)

**ASESOR:**

Ing. Condori Moreno, Delbert Eleasil (ID 0000-0001-5318-6433)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y gestión de los recursos naturales

**MOYOBAMBA-PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Yo, Oscar Córdova García, primeramente, se lo dedico a Dios por su amor incondicional, Mis padres Oswaldo y Sebastiana, Mis hermanos Alex, Edwar, Jesenia, a mi futura esposa Adriana y mi amigo Leonel que fueron de mucha ayuda en mi desarrollo profesional.

Yo, José Luis Diaz López, dedico a mis padres por brindarme el apoyo en todo el tiempo de mi formación académica y lograr cumplir mis sueños.

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradecer a Dios por darme la vida y las fuerzas para seguir en lucha por mis sueños, Mi Padres por su apoyo incondicional y sus enseñanzas de los buenos valores para mi vida diaria, y a mi docente el Ingeniero Ing., Delbert Eleasil Condori Moreno, por sus constantes asesorías para el desarrollo de este Proyecto.

Muchas gracias a todos, Dios les bendiga

**Oscar Córdova García**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme esta vida, asimismo Agradezco a mis padres quienes me dieron el apoyo día a día, como también a mi hermana por motivarme a luchar por mis sueños, a nuestro asesor del proyecto y desarrollo de esta investigación, quien nos apoyó constantemente con sus correcciones, sugerencias y aportaciones en todo el proceso de la investigación, por otro lado, a la Universidad Cesar Vallejo, por permitir lograr este sueño el ser profesional.

**José Luis Díaz López**

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	11
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	46
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría N° 4: conservación del ambiente acuático .....	18
Tabla 2. Matriz de Operacionalización de variables. ....	19
Tabla 3. Muestras de laboratorio.....	23
Tabla 4. Caracterización de valores iniciales de la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020.....	33
Tabla 5. Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de nitratos.....	34
Tabla 6. Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de Fosfatos.....	35
Tabla 7. Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno. ....	36
Tabla 8. Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de solidos suspendidos totales. ....	38
Tabla 9. Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de solidos suspendidos totales. ....	39
Tabla 10. Eficiencia de los tiempos de retención.....	40
Tabla 11. Variaciones morfológicas de la planta. ....	41
Tabla 12. Prueba ANOVA de un factor tratamiento vs remoción de nitratos. ....	44
Tabla 13. Prueba ANOVA de un factor tratamiento vs remoción de fosfatos.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del punto de muestreo.....	26
Figura 2. Diseño del humedal artificial.....	28
Figura 3. Ubicación del humedal artificial. ....	29
Figura 4. Valores iniciales de la caracterización del agua de la quebrada Indañe. .....	33
Figura 5. Conductividad inicial del agua de la quebrada Indañe.....	34
Figura 6. Tiempo óptimo de retención para reducir nitratos por medio de un humedal artificial.....	35
Figura 7. Tiempo óptimo de retención para reducir fosfatos por medio de un humedal artificial.....	36
Figura 8. Tiempo óptimo de retención para reducir la DBO por medio de un humedal artificial.....	37
Figura 9. Tiempo óptimo de retención para reducir la DBO por medio de un humedal artificial.....	38
Figura 10. Tiempo óptimo de retención para reducir la conductividad por medio de un humedal artificial. ....	39
Figura 11. Eficiencia de los tiempos de retención. ....	40
Figura 12. Crecimiento de la raíz principal del <i>Chrysopogon zizanioides</i> . ....	43
Figura 13. Crecimiento de la hoja principal del <i>Chrysopogon zizanioides</i> . ....	43

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad de poder determinar el nivel de eficiencia del Fitotratamiento con *Chrysopogon zizanioides* en un humedal artificial, para la reducción de nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020. La investigación es de tipo aplicada, con un diseño pre experimental. La población estuvo conformada por el agua de la quebrada Indañe, en los meses de septiembre hasta octubre, 2020 y la muestra fue un total de 1000 litros de agua. Se tuvo en la presente investigación 3 tiempos de retención que fueron 10, 20 y 30 días, teniendo como técnica a la observación y experimentación. Se tuvo como resultados que el agua de la quebrada se encuentra contaminando presentando alto valores de nitratos de 32 mg/L, fósforo total 1.15 mg/L, SST 510 mg/L, DBO 25 mg/L y conductividad de 1320 us/cm. Por su parte el *Chrysopogon zizanioides* presenta una eficiencia de remoción de 65.25% de nitratos, 98.55% fosfatos, 69.33 DBO, 30,06% de SST y 40.90% de conductividad. La presente investigación permite concluir que el uso de humedales artificiales con *Chrysopogon zizanioides* permite la remoción de nitratos y fosfatos presentes en la quebrada Indañe.

**PALABRAS CLAVES:** *Chrysopogon zizanioides*, nitratos y fosfatos, humedal artificial.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to determine the efficiency level of *Chrysopogon zizanioides* phytotreatment in an artificial wetland, for the reduction of nitrates and phosphates in the Indañe stream, Moyobamba, 2020. The research is of an applied type, with a pre-experimental design. The water of the Indañe stream, formed the population in the months of September until October 2020 and the sample was a total of 1000 liters of water. The present investigation had 3 retention times that were 10, 20 and 30 days, having as a technique the observation and experimentation. The results showed that the water of the stream was contaminated with high nitrate values of 32 mg/L, total phosphorus 1.15 mg/L, TSS 510 mg/L, BOD 25 mg/L and conductivity of 1320 us/cm. *Chrysopogon zizanioides* has a removal efficiency of 65.25% of nitrates, 98.55% of phosphates, 69.33 BOD, 30.06% of sst and 40.90% of conductivity. The present investigation allows concluding that the use of artificial wetlands with *Chrysopogon zizanioides* allows the removal of nitrates and phosphates present in the Indañe stream.

**KEY WORDS:** *Chrysopogon zizanioides*, nitrates and phosphates, artificial wetland.



## I. INTRODUCCIÓN.

En los países en desarrollo los principales contaminantes del recurso hídrico son las aguas residuales donde su descarga puede ocasionar alteraciones graves en los parámetros de calidad del agua, mortandad de organismos que en él habitan y graves enfermedades para aquellas personas que consumen el agua (Yaya-Beas et al., 2016, p. 1).

Los países desarrollados tratan un promedio de 70% de efluentes tanto municipales como industriales, mientras que en los países subdesarrollados se trata un 38%, asimismo los países que se encuentran entre medios y bajos tratan el 28% y en los países bajos solo el 8%. Esto da como resultado que en todo el mundo el 80 % de las aguas servidas terminan en ríos, quebradas, etc., si ningún tratamiento (UNESCO, 2017, p. 17).

Para el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2020, p.1). Uno de los problemas que tiene el Perú sobre manejo de las aguas servidas se debe principalmente a la falta de sistemas de alcantarillado, contando con 50 empresas prestadoras de servicios (EPS) donde proporcionan el 70% en la zona urbana. por otro parte, el 12.6% en la zona rural no cuentan con benéficos de agua potable.

Por otro lado, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014, p. 20) “existe un déficit en el tratamiento efluentes, que afecta a los ecosistemas, asimismo estos efluentes se vuelven un foco infeccioso exponiendo la salud de la ciudadanía. Dónde 2 200 000 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de efluentes municipales por día cruzan el sistema de alcantarillado, cada persona genera 142 litros de aguas negras diarios, se estima que el 32% recibe un tratamiento adecuado antes de ser vertidos, mientras que la región Lima proporciona 1 200 000 m<sup>3</sup> de aguas servidas, de los cuales solo el 20% tiene un proceso de tratamiento en una PTAR”.

“El sistema de saneamiento del departamento de San Martín es alarmante, ya que no cuenta con una planta de tratamiento de efluentes domésticos e

municipales, de la igual manera la ciudad de Moyobamba no es ajena a esta problemática, ya que en la actualidad no posee con un sistema de tratamiento para aguas servidas, estas son vertidas sin ningún proceso de tratamiento en el río Mayo y en otras partes de la ciudad van a los barrancos, produciendo impactos en el medio físico y a los cuerpos de aguas que funcionan como receptores” (Flores, 2014, p. 14).

“El método convencional de las aguas servidas tiene un desafío, reducir el exceso de nutrientes (tratamientos terciarios), en especial fosfatos ( $PO_4^{3-}$ ) y nitratos ( $N-NO_3$ ), a niveles normales con el propósito de evitar los impactos negativos asociados al hombre, plantas y animales” (Mallick, 2002). Por esta razón se ha planteado utilizar este proceso de fitorremediación utilizando *Chrysopogon zizanioides* mediante sistema de humedal artificial para la remoción de nitratos y fosfatos que son las principales sustancias contaminantes de los efluentes residuales.

Teniendo en cuenta el análisis realizado se ha formulado la siguiente pregunta: ¿En qué medida el Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con *Chrysopogon zizanioides* en un humedal artificial reducirá nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020?

Como hipótesis de investigación se tiene:

H1: El Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con *Chrysopogon zizanioides* en un humedal artificial, permitirá reducir nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020.

H0: El Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con *Chrysopogon zizanioides* en un humedal artificial, no permitirá reducir nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020.

La implementación de sistema de tratamiento con la especie Vetiver, es una tecnología ecológica que ayuda a disminuir o reducir la concentración de contaminantes dentro de un efluente, los humedales artificiales son muy

importantes ya que cumplen el sistema de depuración de dichas aguas, este tipo de tecnología es fácil de diseñar y aplicar especialmente en lugares donde no hay una PTAR. Asimismo, los humedales artificiales tienen varias ventajas como, es económica, no necesita de electricidad para funcionar, es un proceso natural, asimismo se ha demostrado en estudios que reduce la concentración de metales pesados, entre otros. Además, esta especie de planta es fácil de encontrar y se adapta a cualquier clima.

Por otro lado el humedal artificial con el vetiver serán aplicados en la quebrada Indañe, donde se obtendrá resultados eficientes para la población aledaña y toda la ciudad de Moyobamba, como también a la conservación de especies asociados al sector, ayudando a tener mejor situación de vida, disminuir enfermedades infecciosa, y reducir impactos asociados a esta quebrada, para ello se realizará muestras antes y después de aplicar el tratamiento, el instrumento de recolección de datos permitirá obtener información confiable acerca de las cantidades de nitratos y fosfatos presentes en dicha quebrada, y el porcentaje de reducción al utilizar este tipo de sistema, esta investigación conlleva a que puede ser utilizada por especialistas en la materia, y otros profesionales.

El objetivo general es determinar el nivel de eficiencia del Fitotratamiento con *Chrysopogon zizanioides* en un humedal artificial, para la reducción de nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020.

Por otro lado, los objetivos específicos son: determinar la concentración de nitratos y fosfatos en el agua de la quebrada Indañe, determinar el tiempo de retención óptimo para la reducción de nitratos y fosfatos y evaluar la calidad del agua del humedal después del Fitotratamiento. Determinar las variaciones morfológicas de la raíz y hoja principal durante el tiempo de retención óptimo.

## **II. MARCO TEÓRICO.**

Para esta investigación se ha recurrido a fuentes internacionales con el fin de obtener información acerca del tema que se está tratando, como lo sustenta; Effendi, Margaretha y Krisanti (2018) cuya investigación consistió en reducir la cantidad de cromo y amonio en aguas residuales producidas por batik utilizando la especie vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) cultivado en humedales flotantes para el tratamiento adecuado del líquido de la industria del batik, localizada en Jababeka Cikarang, Indonesia. Aplicando cuatro concentraciones con residuos de batik generados por esa empresa (0%, 50%;75% y 100%) a los humedales artificiales con dicha especie. Tuvieron como Propósito: Evaluar la capacidad del vetiver para disminuir la concentración de Amonio (NH<sub>4</sub>), cromo, DQO, Amoniacó (NH<sub>3</sub>) y DBO. Tuvieron como principal resultado que el uso de pasto vetiver en humedales flotantes es eficiente en el 50% de las aguas servidas de batik, reduciendo el amoníaco, confirmado por el análisis biplot y el 40,29% de concentración total de cromo.

Asimismo, Mudhiriza y otros (2015) En su investigación evaluó la reducción de metales pesados como el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Zinc (Z), Manganeso (Mn) y Níquel (Ni) utilizando *Chrysopogon zizanioides* el en efluentes de aguas residuales en Harare, Zimbabwe. Teniendo como objetivo general Analizar el potencial del *Chrysopogon zizanioides*, en la eliminación de cargas de N, P, Zn, Mn y Ni en el efluente de aguas servidas desde la clarificación primaria, bajo contextos hidropónicas. El vetiver se cultivó en bandejas flotantes suspendidas, donde se realizaba muestras al efluente y el vetiver desde el día 0, 7, 14 y a los 21 días. Llegaron al siguiente resultado: Mayor reducción de contaminantes (62–100%) en el efluente con respecto a todos los indicadores, bajo el día 21 con pasto vetiver en comparación con el tratamiento sin vetiver (9–27%). Concluyeron que: La investigación afirmó que el uso de pastor vetiver en contextos hidropónicos con el procedimiento de biorremediación del efluente de aguas servidas. método de tratamiento complementario puede reducir las del total de, N, Zn, M, Sólidos disueltos dentro de plazo de 21 días a estándares que son correctos para verter directamente en fuentes hídricas respetando estándares de descarga de aguas servidas en Zimbabwe.

Por otro lado, Ramírez (2018), en su investigación comprobó la eficiencia fitorremediadora de la *Pennisetum purpureum* y el *Chrysopogon zizanioides*, por medio de humedales artificiales estos humedales se colocaron en un estanque de agua residual doméstica. Medellín, Colombia. Para lo cual diseñó 12 humedales artificiales de tipo superficial vertical con dimensiones de 0.30 metros de altura, 0.30 metros de largo y 0.20 metros de ancho, posteriormente se colocó rótulos; 3 recipientes con vetiver, 3 con elefanta, 3 estanques como blanco (-) y 3 como control positivo (+). Obtuvieron el siguiente resultado: Ambas plantas presentan alto porcentaje de remoción, la elefanta redujo 74% de SST, 77 de DBO<sub>5</sub>, 42% de NTK y 24% de PT, por otro lado, el vetiver removió 91% de SST, 57% DBO<sub>5</sub>, 65 DQO, 38 % NTK y 22% de PT. Concluyendo que la *Pennisetum purpureum* puede ser empleada en técnicas de fitorremediación, por presentar mayor porcentaje de remoción en contaminantes.

De la misma manera se ha consultado antecedentes nacionales para contrastar con la investigación. Tal como lo manifiestan Barrantes y Pittman (2018) en su investigación que consistió en la remoción de nitratos y fosfatos con la microalga *Botryococcus sp.* en aguas residuales en Pucallpa-Perú. El propósito principal de este estudio fue: Evaluar el nivel de reducción de nitratos y fosfatos en aguas negras a través de la microalga *Botryococcus sp.* obteniendo como resultado principal, la microalga género valores altos en reducción, 80% de nitratos y 70% de fosfatos durante un periodo de 16 días. Se concluyó que la dosis óptima del caldo de cultivo es de 60 ml, donde el nitrato inició con 0,25 mg/l y al final del tratamiento se redujo a 0.05 mg/l, de la misma manera el fosfato comenzó con 5 mg/l antes de aplicar en tratamiento y disminuyó a 1.5 mg/l durante 15 días.

Además, Peltroche y otros (2018). Estudiaron la capacidad de remoción de microalgas para la reducción de fosfatos y nitratos en aguas residuales de origen municipal a nivel de laboratorio, para ello emplearon dos tipos de cepas; *Chlorella sp.* y *Chlamydomonas sp.* en efluentes domésticos de la PTAR municipal. por 10 días, se obtuvo como resultado que la microalga *Chlamydomonas sp.* tuvo mejor capacidad de remover 75% de nitratos, por otro lado, la microalga *Chlorella sp.* dio mejor resultado en la reducción de fosfatos con un valor de 83%. En los

experimentos realizados más del 50% de nitratos y 70% de fosfatos fueron reducidos en el primer día. Concluyeron que las dos cepas utilizadas tienen la capacidad adecuada para reducir nutrientes inorgánicos en aguas servidas.

Por último, se ha visto necesario consultar trabajos previos a nivel regional relacionados al proyecto planteado. Siendo así, Herrera (2015) estudio la eficiencia de fitorremediación con dos especies de plantas acuáticas, *Lemna* y *Eichhornia crassipes*, a través del sistema de humedales artificiales para la remoción de componentes de detergente en efluentes domésticas en la ciudad de Moyobamba. Para aplicar este sistema realizó pruebas antes y después de colocar el humedal artificial, tuvo una duración de tres meses, donde se hizo cuatro tipos de tratamiento diferentes, logrando obtener los siguientes resultados: 8,7 mg/l de componentes de detergentes, las concentraciones que se tenía antes de aplicar este método son; tratamiento cero 0.83 mg/l, primer tratamiento 0.7 mg/l, segundo tratamiento 4.5 mg/l, mientras que el tercer tratamiento alcanzado 93% de remoción siendo así el tratamiento más eficiente, posteriormente el segundo tratamiento con 92%. Finalmente, el autor concluyo que el sistema de humedales empleado con ambos sustratos es recomendable por que los resultados están dentro de los Límites Máximos Permisibles.

Por otro lado, manera se ha considerado definiciones importantes relacionadas al proyecto de investigación. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010, p. 7) conceptualiza al **agua** como: “Sustancia única más abundante en la tierra que se encuentra en la naturaleza, e integrante de los ecosistemas naturales y se encuentran en estado sólido, líquido y gaseoso”.

Por otro lado, las **aguas servidas**, “Tienen características propias cambiadas por actividades antrópicas donde por su estado deben pasar por un sistema de tratamiento para ser utilizadas o vertidas a un cuerpo receptor”. (OEFA, 2014, p.7).

Asimismo, las **Aguas residuales domésticas** (ARD) se encuentran con materia orgánica muy elevada (detergentes, heces, orina, etc.) producto de las actividades diarias de los seres humanos. (Ramalho, R., 1996 y AyA, 2009). En referencia a las aguas contaminadas, “El 80 % de las aguas servidas de los países en desarrollo proceden a su descarga sin ningún tipo de tratamiento infectando lagos, ríos, quebradas, encontrando la presencia de grandes cantidades de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno), que reducen drásticamente los beneficios del recurso agua” (UNESCO, 2017, p. 1).

Del mismo modo los **nitratos (NO<sub>3</sub>-)** son agregados solubles que están formados por moléculas de nitrógeno (N) y oxígeno (O<sub>2</sub>). Donde el nitrato es primordial en el desarrollo de las plantas. Por este motivo su uso más común es en fertilizantes y esto hace que su producción industrial sea en grandes cantidades (Singler y Blauder, 2012, p.1) Es por eso que en las aguas residuales se encuentra de manera tóxica como amoníaco (NH<sub>3</sub>) de forma no ionizada y relativamente no tóxica como (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) de forma ionizada (Molins-legua, c., et al. 2014, p. 79). Adicionalmente se sabe que los **fosfatos (PO<sub>4</sub>-)** se componen del fósforo inorgánico que existe como mineral y se suelen encontrar como partículas en soluciones, asimismo, están presentes como fracciones sueltas o dentro de ciertos seres vivos acuáticos; también es producto de las precipitaciones pluviales pueden contener cantidades variables de fosfatos que se destilan de los suelos de uso agrícola hacia los cuerpos lóticos de agua (Sánchez y otros, 2007, p. 14).

Por lo que se refiere a los **fosfatos y nitratos** son compuestos orgánicos solubles en el agua que los vegetales requieren en su crecimiento, no obstante, si la concentración de estas sustancias es alta, favorecerá la proliferación de algas y organismos anaeróbicos efectuando el crecimiento de sustancias nutritivas en las aguas. La descomposición de vegetales y algas por la actividad microbológica hace imposible la sobrevivencia de organismos aerobios por la reducción del oxígeno, El resultado es un agua ausente de oxígeno y de olor desagradable (Innovación y Cualificación, S. L y Target Asesores S.L, 2017, p. 71).

Asimismo, la reducción de nitrógeno en los humedales artificiales se dará por los mecanismos de nitrificación y de nitrificación en zonas del sustrato y por otro lado la reducción de fosfato es el resultado de la complejización, absorción y reacciones de precipitaciones con el Fe, Al, Ca y materiales arcillosos (Delgadillo *et. al.*, 2010, p. 16).

Además, los **humedales** “son lugares de interacción del medio acuático y terrestre creando así un vínculo dinámico entre ellos, almacena componentes físicos y químicos en solución, como sedimentos, estos se convierten y desplazan alrededor del paisaje” (vetiver.org, 2014, p. 2). Mientras que el **humedal artificial**, es un tratamiento convencional para tratar efluentes residuales, diseñadas por el ser humano, con una hondura no mas a 60 centímetros, donde se siembra especies de plantas acuáticas para remover componentes en aguas residuales mediante desarrollos químicos, biológicos y físicos. (Mason, E et al, 2015, p. 34).

A la vez, los **componentes que lo conforman a un humedal artificial** son: El sustrato; sirve para que la vegetación tenga un soporte, accediendo a la identificación de la población microbiana, que va a interactuar en la mayoría de los procesos de exclusión de los contaminantes. La vegetación (macrófitas); ayuda a la oxigenación del sustrato, extracción de nutrientes y sobre la parte subterránea también se desarrolla la población microbiana y el agua a tratar; se desplaza a través del sustrato y de la vegetación (Reija, 2013, p. 9).

Asimismo, existen **tipos de humedales**, de flujo superficial, el afluente se desplaza por encima del sustrato de manera continua y el flujo subsuperficial donde el agua se mueve por medio del sustrato (García y Mujeriego, 1997).

Por otra parte, el ***Chrysopogon zizanioides*** (pasto vetiver), se caracteriza por su morfología única, gramínea con tallos erguidos de 0,5 a 1,5 m. Sus raíces con una profundidad de 4 m, pero lo más habitual es de 2 m o 3 m, tiene hojas compactas de 30 cm – 1 m de longitud, 4-10 mm anchura y puede conseguir una altitud de 2 m. (Wildschut, 2013, p. 23), ya muestra un alto nivel de



evapotranspiración llegando a 30 mm/día por sus características propias de pantano (Truong, 1999).

De la misma manera Roongtanakiat (2012) detalla que el ***Chrysopogon zizanioides*** no es una planta hiperacumuladora sin embargo tiene características que sobrepasan los límites de fitorremediación donde no presenta una amenaza para la ganadería ya que sus residuos no son peligrosos.

Hengchaovanich, (1999, p. 12) menciona que “la **efectividad del Vetiver** para fitorremediar suelos y aguas contaminadas está en la interacción de sus raíces con las partes contaminadas. Donde también las características de sus raíces permiten adaptarse a sequías extremas, ya que absorbe la humedad del fondo del suelo y evita que las corrientes de agua desarraiguen las plantas”.

En cuanto a los **estándares de calidad ambiental (ECAS)** “Es un instrumento donde está establecido los parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo, aire y agua, para medir concentraciones de elementos a través de indicadores en fuentes denominadas cuerpos receptores. Y por lo tanto no presentan impactos relevantes para la sociedad y el ambiente.” (MINAM, 2017, p. 1). Para el tratamiento convencional con la especie vetiver a través de humedales artificiales se ha tomado como referencia los ECAS en la categoría N° 4; Conservación del medio acuático, según el DS N° 004-2017, MINAM, este instrumento nos permitirá medir la concentración de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{PO}_4^{3-}$  presentes en el efluente contaminado.

Tabla 1. Categoría N° 4: conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidades	Lagos y	Ríos	Ecosistemas marinos costeros		
		Lagunas	Costa y Sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	5	10	10	15	10
Temperatura	Celsius	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Oxígeno Disuelto	mg/l	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	mg/l	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-8.5	6.5-8.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	≥25	≥100	≥400	≥100	30
Nitratos	mg/l	13	13	13	200	200
Fosfato total	mg/l	0.035	0.5	0.5	0.124	0.062

Fuente: DSN°-004-2017-MINAM

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

##### Tipo de investigación

La investigación fue aplicada, de acuerdo a CONCYTEC (2018, p.65), una investigación aplicada está direccionada a establecer por medio de conocimientos científicos los protocolos, tecnologías y metodologías para así proteger una necesidad específica y reconocida. Siendo así en esta investigación se trató de solucionar un problema dentro de la sociedad en la ciudad de Moyobamba en lo que viene a ser contaminación de nitratos y fosfatos de las aguas de la Quebrada Indañe.

##### Diseño de investigación.

El proyecto de investigación desarrolló el diseño de tipo cuasi-experimental, ya que se manipulará la disposición o diseño del humedal para poder obtener distintos resultados.

**GE: D1 X D2**

Donde:

GE: Grupo Experimental

D1: pre prueba

X: Variable independiente

D2: pos prueba

#### 3.2. Variables y Operacionalización.

**Variable independiente:** Diseño del humedal artificial.

**Variable dependiente:** Calidad del agua

*Tabla 2. Matriz de Operacionalización de variables.*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Variable independiente: Diseño del humedal artificial	Es un tipo de tratamiento convencional de aguas servidas, diseñadas por el ser humano, con una hondura no mas a 60 centímetros, donde se siembra especies de plantas acuáticas para remover componentes en aguas residuales mediante desarrollos químicos, biológicos y físicos. (Remtavares, 2013, p. 14).	Se diseñó un humedal artificial con medidas de 2.00 m de largo, 2.00 de ancho y 1.00 m de profundidad, con 60 esquejes de <i>Chrysopogon zizainodes</i> , con tiempo de retención de 10, 30 y 40 días, que fue evaluado mediante las fichas de campo y monitoreo, por otro lado, para medir la eficiencia se utilizará la fórmula de $e = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \times 100$	Diseño del humedal	Tiempo de retención	10 días 20 días 30 días	Razón
				Área superficial	m <sup>2</sup>	
				Sustrato	m <sup>3</sup>	
			Diseño biológico	Número de plantas	Unidad	Intervalo
				Desarrollo de las hojas	cm	
				Desarrollo de la raíz	cm	
Eficiencia	% reducción	%	Razón			

Variable dependiente:  
Calidad del agua

<p>Las Aguas residuales domésticas (ARD) se encuentran con materia orgánica muy elevado (detergentes, heces, orina, etc.) producto de las actividades diarias de los seres humanos. (Ramalho, R. 1996)</p>	<p>En los parámetros físicos se utilizó los siguientes métodos: solidos suspendidos totales (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.) conductividad (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 23rd Ed.), pH (SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed) y temperatura (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed) de la misma forma en los parámetros químicos, para oxígeno disuelto ( SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed.), nitratos ( SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed), Fosfatos (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed) y para Demanda biológica de oxígeno (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 B, 23rd Ed).</p>	Parámetros Físicos	Solidos suspendidos totales	mg/l	Razón
		Conductividad eléctrica	Us/cm	Intervalo	
		Temperatura	°C		
		pH	Unidad	Nominal	
		Oxígeno disuelto	ppm		
		Fosfatos	mg/l	Razón	
		Nitratos	mg/l		
		Parámetros químicos	Demanda biológica de oxígeno (DBO)	mg/l	

### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

- **Población.**

Para Arias (2006, p. 81) conceptualiza a la población como “conjunto infinito o finito con particularidades similares que serán utilizadas en la investigación, de tal modo que se determina la problemática y objetivo en la investigación”.

En esta investigación la población estuvo compuesta por las aguas de la quebrada Indañe, en los meses de octubre hasta noviembre del 2020.

#### **Criterios de inclusión.**

Se consideró lo siguiente:

- Accesibilidad al lugar para la toma de muestras.
- Permiso del dueño para la construcción del proyecto.
- Agua de la quebrada Indañe.
- Protocolo de seguridad personal y para la toma de muestras.

#### **Criterios de exclusión.**

Se consideró los siguientes criterios:

- Inaccesibilidad al lugar para la toma de muestras.
- No contar con el permiso del dueño para la construcción del proyecto.
- Agua que no sea de procedencia de la quebrada Indañe.
- No incorporar el protocolo de seguridad personal y para la toma de muestras.

- **Muestra.**

Es el conjunto de procesos que se utiliza para un estudio tomando parte de las características de una población o colectivo iniciando desde la observación en una parte de la población”. (Tamayo y Tamayo, 2006, p. 176)

La muestra estuvo conformada por 1000 litros que será suministrada al humedal artificial del agua de la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020, donde las muestras se llevaron al laboratorio Anaquimicos, que se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 3. Muestras de laboratorio

Pretratamiento	10 días	20 días	30 días
8 L	8 L	8 L	8 L

- **Muestreo.**

El muestreo que se realizó es no probabilístico por conveniencia, donde el investigador selecciona a los participantes a su criterio y necesidad para ser estudiados (Creswell, 2008, p.12).

- **Unidad de análisis**

El agua de la quebrada Indañe que fue suministrado en el humedal artificial con *Chrysopogon zizanioides*, en el cual se determinó la concentración de parámetros físicos y químicos y se evaluó como lo establece la normativa vigente.

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

- **Técnica.**

“Es una metodología que sigue el investigador para recolectar los datos que conllevan a medir o conocer una variable” (Hernández, 2014)

Una de las técnicas que se utilizó en esta investigación es la técnica de observación y experimentación, mediante esta permitirá identificar los resultados a base de pruebas y análisis del agua de la quebrada Indañe, este instrumento será diseñado teniendo en cuenta el tipo de investigación y a criterio del investigador.

- **Instrumentos.**

- Se aplicó una ficha de monitoreo, con el propósito de ver el desarrollo de la raíz y de las plantas del *Chrysopogon zizanioides*. (Ver anexo N° 1).
- Ficha de campo, se utilizó para los apuntes del pH y temperatura (Ver anexo N° 2).

- Se usó la ficha de estructura del humedal artificial, servirá para medir las dimensiones del humedal, el volumen del agua de la quebrada Indañe y el número de plantas en el humedal (Ver anexo N° 3).
- pH metro HI9125. Instrumento el cual se utilizó para determinar el nivel de pH presente en la muestra de la quebrada y del humedal artificial.
- GPS- GARMIN CX60. Este equipo se utilizó para localizar el punto de muestreo y el lugar de la construcción del humedal artificial.
- Wincha de lona 50 m. Equipo para realizar mediciones, el cual se utilizó para medir las dimensiones del humedal, el tamaño de las hojas.
- Espectrofotómetro. Es un instrumento que se emplea para para determinar parámetros como nitratos, fosfatos, DBO, etc. En agua residual, agua potable, industria acuícola, agricultura, etc.
- Se aplicó una ficha de monitoreo, con el propósito de ver el desarrollo de la raíz y de las plantas del *Chrysopogon zizanioides*. (Ver anexo N° 1).
- Cadena de custodia. Este instrumento fue utilizado para registrar los resultados por el laboratorio Anaquimicos como son nitratos, fosfatos, DBO, SST, pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad y temperatura; en todas las muestras realizadas (Ver anexo N° 4).

- **Validez de instrumentos.**

Para el cumplimiento de los instrumentos de validación de toma de datos, se trabajó con expertos profesionales en la investigación y especialistas en el tema, quienes validaron los instrumentos que se utilizó en la investigación.

Especialidad	Experto
Ingeniero ambiental	Henry Bernilla Angulo
Ingeniero ambiental	Hebert Castillo Gonza
Biólogo	Jhon Jairo López Rojas



- **Confiabilidad.**

Se otorgó la ficha de resultados de los análisis por el laboratorio Anaquimicos, una empresa con muchos años de experiencias en análisis de agua, siguiendo todos los protocolos, según la RM N° 273 -2013, Ministerio de Vivienda.

### **3.5. Procedimientos.**

- **Etapa de gabinete inicial.**

- En primer lugar, se hizo revisión de material bibliográfico para la elaboración de este proyecto, como; artículos, tesis, revistas, etc.
- Se realizó una tabla de presupuestos en Excel de materiales y equipos que se utilizó para el desarrollo del proyecto.
- Para las salidas a campo se cumplió con las medidas de seguridad y protección personal, como mascarillas quirúrgicas, guantes, botas, etc.
- Asimismo, se elaboraron los instrumentos de recolección de datos, como ficha de monitoreo, ficha técnica del humedal artificial.
- Se adquirió los recipientes adecuados para la toma de muestra.
- Se obtuvo materiales, herramientas y materia prima para la construcción del humedal artificial, como arena fina, grava, plástico impermeabilizante, esquejes de vetiver, suelo agrícola, etc.

- **Etapa de campo.**

- Primero se localizó la ubicación de la quebrada Indañe con el uso de un GPS- GARMIN CX60 que tiene como margen de error de fábrica de 3 metros, donde se obtuvo las siguientes coordenadas: Este 279025.64 y Norte 9333947.53 en la ciudad de Moyobamba, departamento de San Martín.
- Seguidamente se determinó la ubicación del puntos de muestreo y se registró sus coordenadas; este 278587.72 y norte 9333550.52.
- Se elaboró el mapa de ubicación del punto de muestreo, tomados con el GPS-GARMIN CX60, el software ArcGIS 10.6.



Figura 1. Ubicación del punto de muestreo.

Fuente Elaboración propia.

### **Toma de muestras.**

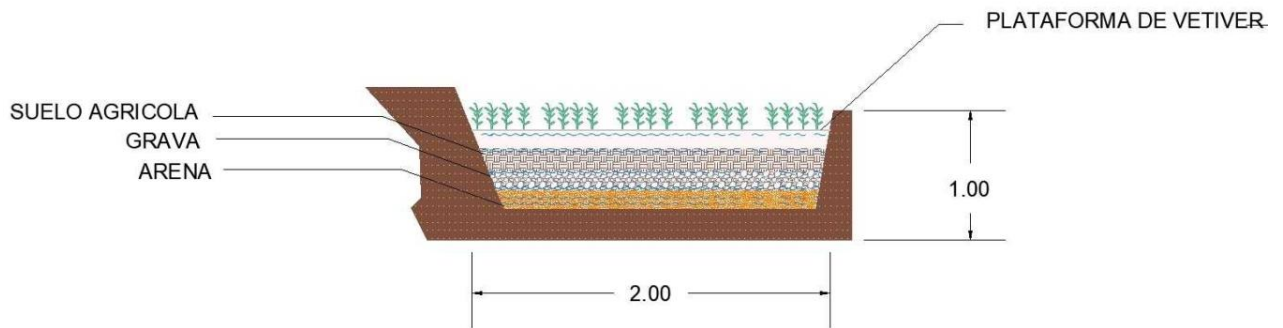
- Para la recolección de muestras se usó la RM-273-2013-vivienda, que es el protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las PTAR tanto domésticas como municipales.
- Se procedió a la toma de la muestra inicial (pretratamiento) en el punto seleccionado con coordenadas; este 278587.72 y norte 9333550.52 de la quebrada Indañe, los 8 parámetros (nitratos, fosfatos, DBO, SST, pH, temperatura conductividad y oxígeno disuelto) que posteriormente fueron llevados en un cooler de poliuretano con ice pack al laboratorio Anaquimicos (Ver anexo N° 5).

### **Métodos de ensayo realizados por el laboratorio Anaquimicos.**

- Los métodos que utilizó el laboratorio Anaquimicos para cada parámetro es el siguiente:
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N03- E, 23rd Ed (Nitratos). El laboratorio Anaquimicos utilizo el método colorimétrico, para ello se hizo uso del equipo espectrofotómetro.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed (Fosfato total). Para este parámetro se hizo el uso del equipo espectrofotómetro, utilizando el método de electrodo.
- SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500-H+, 23rd Ed (pH). Se evaluó mediante el pHmetro HI9125 en el mismo laboratorio Anaquimicos.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed (Sólidos suspendidos totales). El laboratorio utilizo el medidor multiparámetro HI 9828 para determinar el nivel de SST presentes en las muestras.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed (Temperatura). Para ello se empleó equipo termómetro digital en campo.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed (DBO). De la misma manera se usó el equipo espectrofotómetro, este método consistió en la prueba de DBO en 5 días.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed (Oxígeno Disuelto). Para este parámetro se utilizó el método de Winkler.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 23rd Ed (Conductividad). Se midió a través del equipo conductímetro.

### Elaboración del humedal artificial.

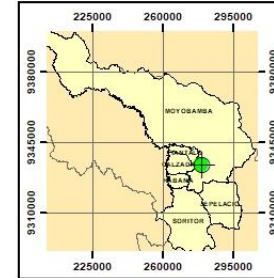
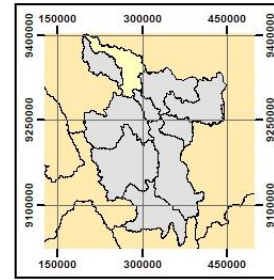
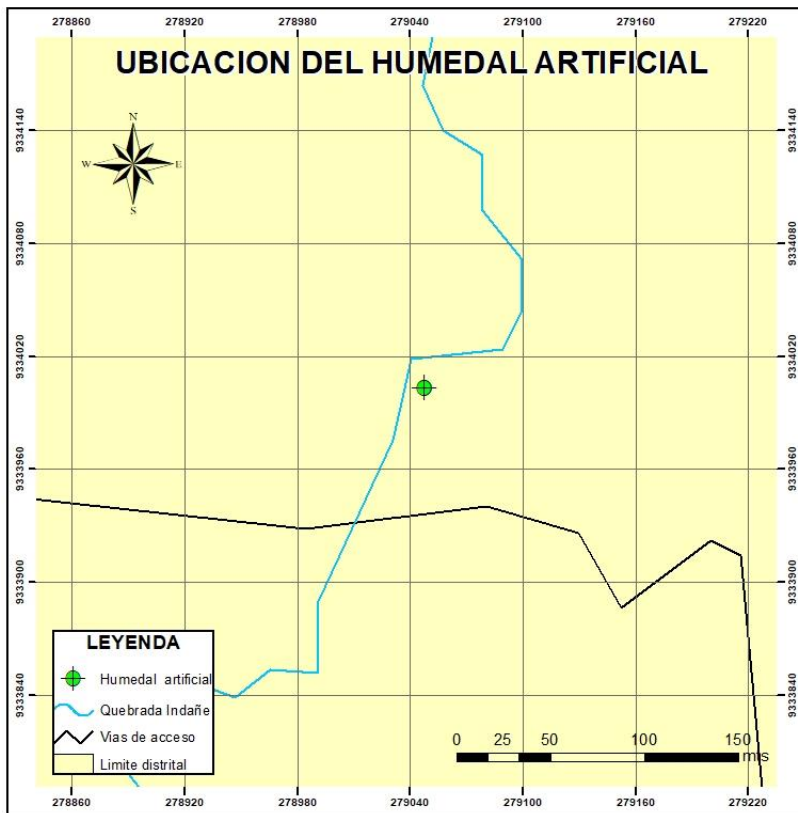
- Se realizó el diseño del humedal artificial de tipo vertical en modelo 2D en el software AutoCAD versión 2018.



*Figura 2. Diseño del humedal artificial.*

*Fuente: Elaboración propia*

- Se adaptó por el modelo hidropónico que consistió en tener una plataforma flotante como corcho en la cual se realizó la siembra del *Chrysopogon zizanioides*, para ello se realizó el siguiente procedimiento.
- En primer lugar, se hizo el reconocimiento y la limpieza del área apropiada para la construcción del humedal, ubicada a 10 metros de la orilla de la quebrada Indañe y a 825.12 del punto de intersección con coordenadas; este 279048.00 y norte 9334003.00 en la provincia de Moyobamba.



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		
Tesis: Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con <i>Chrysopogon zizanioides</i> en un humedal artificial para nitratos y fosfatos, Moyobamba, 2020.		
Tesistas:	Coordenadas:	
Córdova García, Oscar	X = 279048.00	
Díaz López, José Luis	Y = 9334003.00	
Departamento:	Provincia:	Distrito:
San Martín	Moyobamba	Moyobamba

Figura 3. Ubicación del humedal artificial.

Fuente: Elaboración propia

- En segundo lugar, se realizó la excavación teniendo como dimensiones 2 m de ancho por 2 m de largo y 1 m de profundidad (Ver anexo N° 6).
- En tercer lugar, se colocó la geomembrana Hdpe de 3 mm con dimisión de 8 metros para cubrir la zanja y los bordes. Seguidamente se colocaron 14 estacas alrededor de la zanja, para sostener la geomembrana.
- En cuarto lugar, se procedió a colocar el sustrato al humedal artificial, 10 cm de arena lavada de 4 mm, 10 cm de grava de 38.1 mm y 15 cm de suelo agrícola (Ver anexo N° 7).
- En quinto lugar, se suministró 1000 litros de agua de la quebrada indañe del punto seleccionado ubicado a 10 metros del humedal artificial (Ver anexo N° 8).
- En sexto lugar, se consiguió 64 esquejes de vetiver a raíz desnuda en el Centro Poblado Marona, ubicado a 15 minutos de la ciudad de Moyobamba.

- En séptimo lugar, se realizó el lavado de las raíces con detergente y agua, con la finalidad de eliminar agentes contaminantes que pueden estar en las raíces (Ver anexo N° 9).
- En octavo lugar, se empleó la ficha de monitoreo para realizar las anotaciones del tamaño inicial de la raíz y hoja del vetiver, para ello se utilizó una wincha de 5 metros (Ver anexo N° 10).
- En noveno lugar, se consiguió una plancha de Tecnopor de 2 m y 3 cm de grosor que se cortó en 4 partes de 50 cm de ancho por 50 de largo.
- En décimo lugar, se realizó 16 agujeros con diámetro de 3 cm a las 4 partes de Tecnopor que se cortó anteriormente, y se procedió al sembrío del *Chrysopogon zizanioides* con una distancia de 10 cm cada planta tanto horizontal como vertical.
- En el Undécimo lugar, se colocó las 4 plataformas de Tecnopor con 16 esquejes cada uno a la muestra seleccionada en el humedal artificial, además, para el cuidado y la protección del humedal artificial se hizo el cercado perimétrico con el uso de bambú (Ver anexo N° 11).
- Por último, al transcurrir los 30 días nuevamente se empleó la ficha de monitoreo para realizar las anotaciones del tamaño final de la raíz y hoja del vetiver para poder conocer el desarrollo de la planta en el humedal artificial.

- **Etapas de monitoreo.**

Para la etapa de monitoreo se hizo el seguimiento de tiempo de retención cada 10, 20 y 30 días en el humedal artificial ubicado en las coordenadas; este 279048.00 y norte 9334003.00, para ello se realizó lo siguiente:

- El pH se midió en el mismo humedal artificial con el pHmetro HI 9125, que se colocó en agua del humedal y de la misma manera se realizó la medición de la temperatura con un termómetro digital donde posterior se registró en la ficha de campo el valor que marcaba en los 10, 20 y 30 días.
- Por otra parte, los 6 parámetros restantes que son nitratos, fosfatos, DBO, SST, conductividad, y oxígeno disuelto, se tomaron directamente en el humedal artificial realizando 3 repeticiones en los 10, 20 y 30 días,

para ello se llenó en 18 recipientes de un litro y para él envió al laboratorio Anaquimicos.

- **Etapas de gabinete final.**

Para ello se realizó lo siguiente:

- Se recibió el informe de ensayo de los resultados del laboratorio Anaquimicos de los parámetros nitratos, fosfatos, DBO, SST, temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto para su respectiva interpretación.
- En las discusiones del informe se tuvo en cuenta los antecedentes citados comparados con los resultados obtenidos.
- Elaboración del informe final. Esto consta del informe completo, es decir versión final con todo el contenido de la guía de productos observables.

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

Para el desarrollo de los análisis estadísticos en la presente investigación se procedió a ordenar los datos de manera ordenada con el fin de poder vaciar la información en el programa estadístico MINITAB 2019.

Se realizó las siguientes acciones:

#### **Análisis descriptivo**

Para la presente investigación se utilizó en la elaboración de tablas y gráficos con el fin de poder establecer si los resultados obtenidos se encuentran dentro de los ECAS de agua en la categoría 4 establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

#### **Análisis inferencial**

- se aplicó la prueba de Tukey con el fin de poder determinar el tiempo de concentración óptimo para el tratamiento del agua, y poder así observar si existe diferencias entre medias de los tiempos de retención, y se tuvo como constante 3 repeticiones en todos los tiempos utilizados.

- Posterior a ello se aplicó la fórmula de la eficiencia con el fin de poder analizar cuál tratamiento resultó más eficiente:

$$E = \frac{ci - cf}{ci} \times 100$$

Siendo:

Ci= Concentración inicial

Cf= Concentración final

### **Prueba de hipótesis**

Se aplicó la prueba ANOVA con el fin de poder aceptar o rechazar la hipótesis planteada, mediante la comparación de los diversos valores medios con el fin observar si alguno de ellos difiere significativa del resto.

### **3.7. Aspectos éticos.**

La presente investigación proporciona información confiable y veraz respetando las ideas de los autores, que fueron obtenidas en revistas, artículos, libros, tesis, etc.; citando conforme lo establece la normativa internacional ISO 690, como también se hizo el buen uso de la guía de productos observables para el desarrollo de la investigación de la Universidad César Vallejo, asimismo ambos investigadores aprobaron satisfactoriamente la prueba de Conducta Responsable en Investigación (CRI) de CONCYTEC, en la cual se vio puntos sobre los tipos de plagio, la integridad científica, las prácticas que caracterizan al CRI, auditorías responsables, conflictos de interés y ejemplos de casos. Por otro lado, los resultados que se obtuvo son datos reales que fueron comprobados mediante informe del laboratorio, además, en el tiempo que duró el proyecto de investigación, se garantizó, protección y respeto al medio ambiente como también a las normas ambientales establecidas. En consecuencia las aguas ya tratadas fueron utilizadas para uso en la agricultura.



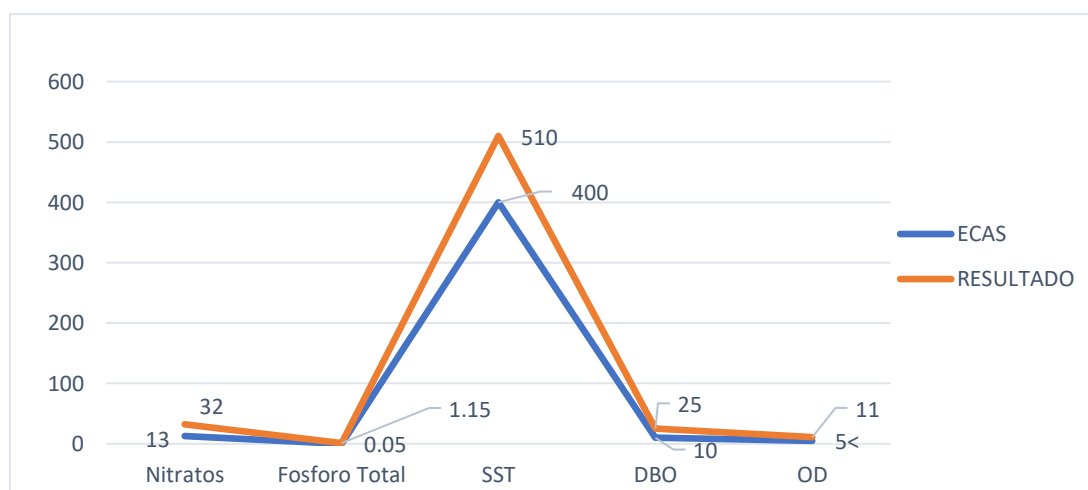
## IV. RESULTADOS

### 1.1 Determinación de los valores iniciales de la quebrada Indañe, Moyobamba – 2020

**Tabla 4.** Caracterización de valores iniciales de la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020

Parámetro	ECAS Categoría 4 Ríos y lagos	Unidad de medida	Resultado
Nitratos	13	mg/L	32
Fosforo total	0,05	mg/L	1.15
pH	6.5 – 9	Unidad de pH	8.20
Sólidos suspendidos totales	400	mg/L	510
DBO	10	mg/L	25
Oxígeno disuelto	5<	mg/L	11
Conductividad	1000	us/cm	1320

Fuente. Datos extraídos del laboratorio ANAQUIMICOS



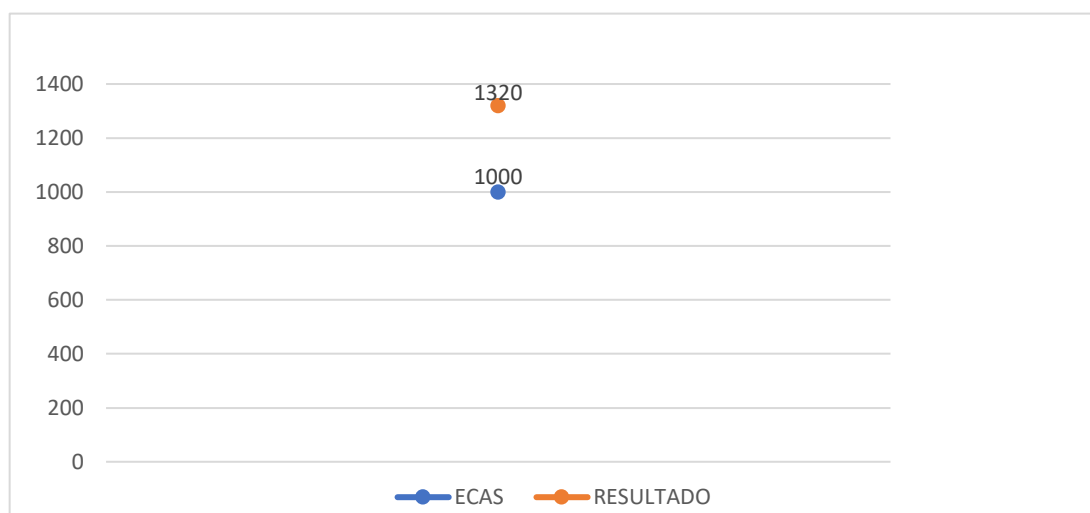
**Figura 4.** Valores iniciales de la caracterización del agua de la quebrada Indañe.

Fuente. Microsoft Excel 2019

#### Interpretación:

De acuerdo a lo observado en la figura 1. Se evidencia que los parámetros evaluados de nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos totales sobrepasan los estándares de calidad de agua según la categoría IV, en las aguas de la

quebrada Indañe, por lo que se puede determinar que dicho cuerpo de agua se encuentra contaminado.



*Figura 5. Conductividad inicial del agua de la quebrada Indañe.*

Fuente. Microsoft Excel 2019

Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que la conductividad eléctrica obtenida en los análisis de laboratorio sobrepasa los estándares de calidad de agua según la categoría 4.

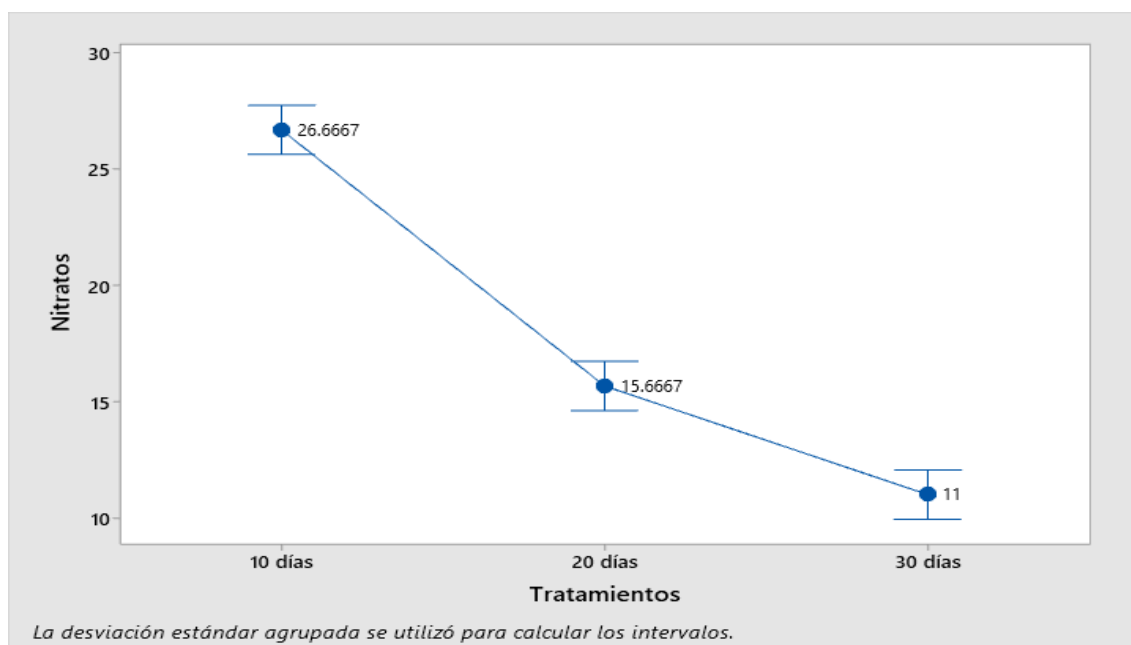
## 1.2 Determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de nitratos y fosfatos, Indañe, 2020

**Tabla 5.** Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de nitratos.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
10 días	3	26.667	A
20 días	3	15.667	B
30 días	3	11.000	C

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

Fuente. Minitab 2019



**Figura 6.** Tiempo óptimo de retención para reducir nitratos por medio de un humedal artificial.

Fuente. MINITAB 2019

Interpretación:

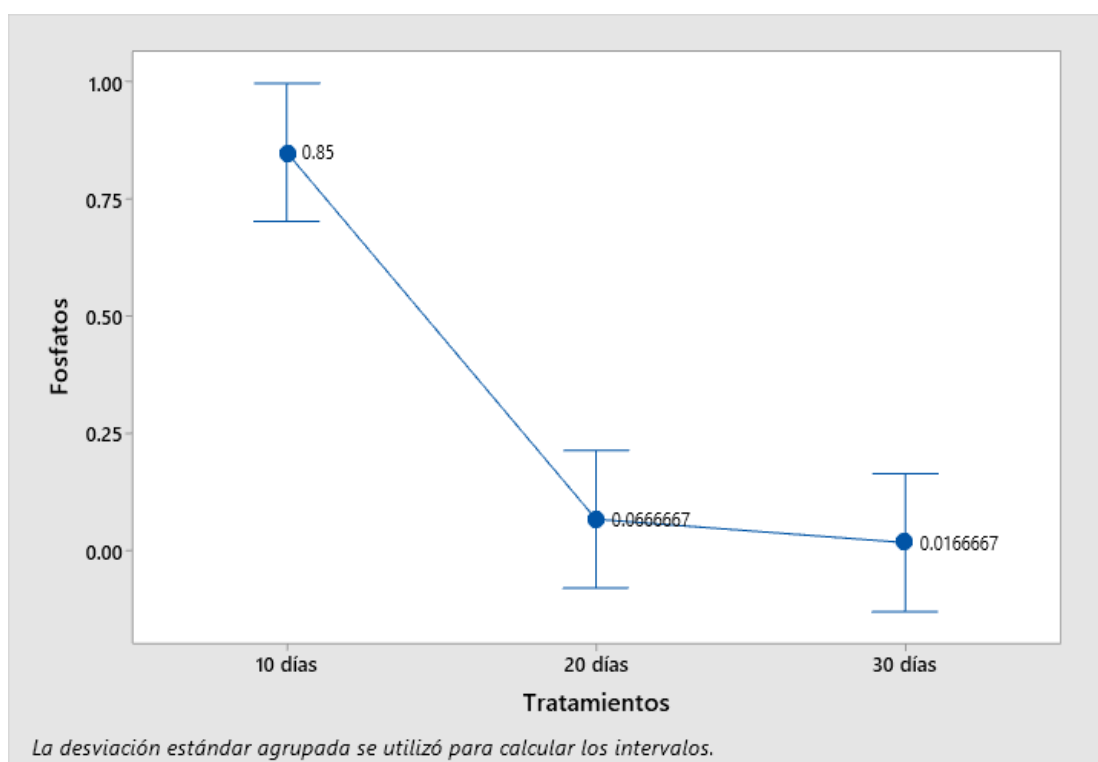
Se muestra en la figura 1. que de acuerdo al número de días utilizados como tiempo de retención para la remoción de nitratos en un humedal artificial con *Chrysopogon zizanioides* se muestra que existe diferencias entre los tiempos de retención utilizados siendo el más óptimo el tiempo 3 conformado por 30 días. Por otro lado, se observa una reducción de nitratos en los 3 tratamientos sin embargo en los 30 días la cantidad de nitratos se encuentra dentro de los ECAS de agua categoría 4.

**Tabla 6.** Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de Fosfatos.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
10 días	3	0.850	A
20 días	3	0.06667	B
30 días	3	0.01667	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

Fuente. Minitab 2019



**Figura 7.** Tiempo óptimo de retención para reducir fosfatos por medio de un humedal artificial.

Fuente. Minitab 2019

Interpretación:

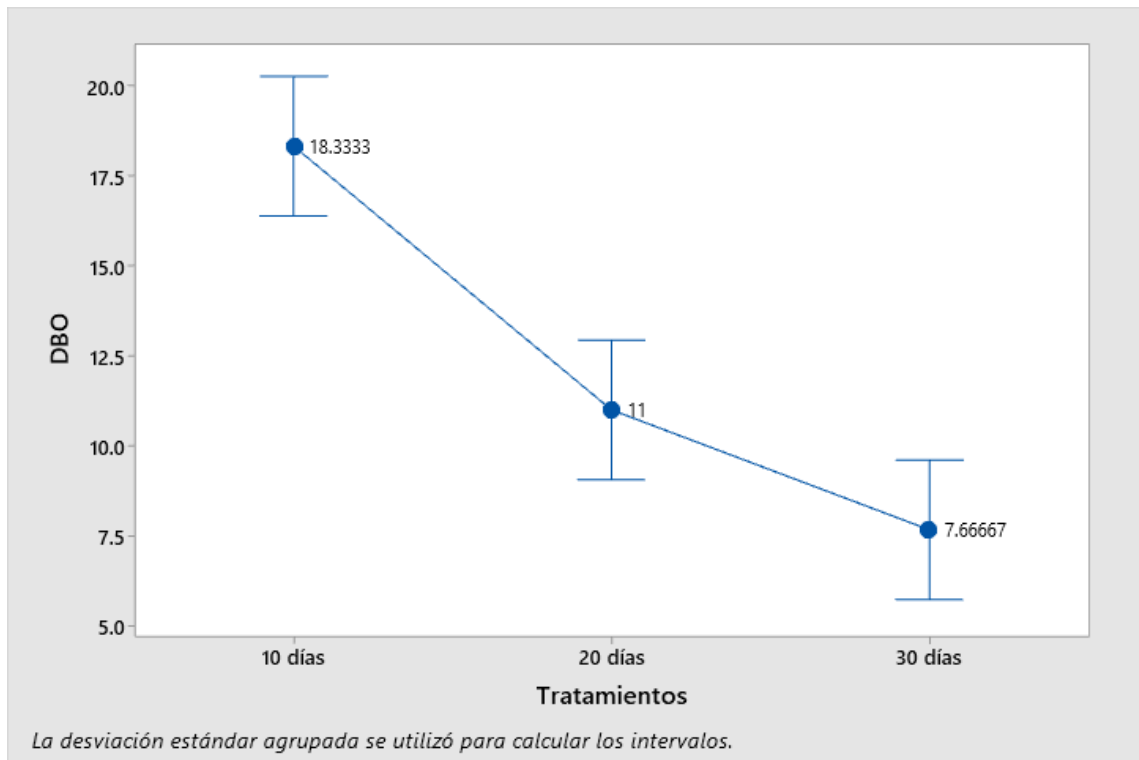
Se muestra en la figura 1. que de acuerdo al número de días utilizados como tiempo de retención para la remoción de la DBO en un humedal artificial con *Chrysopogon zizanioides* se muestra una reducción de los fosfatos en todos los tratamientos siendo el tiempo de retención de 30 días con resultados más sobresalientes.

**Tabla 7.** Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
10 días	3	18.333	A
20 días	3	11.000	B
30 días	3	7.667	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente. Minitab 2019



**Figura 8.** Tiempo óptimo de retención para reducir la DBO por medio de un humedal artificial.

Fuente. MINITAB 2019

Interpretación:

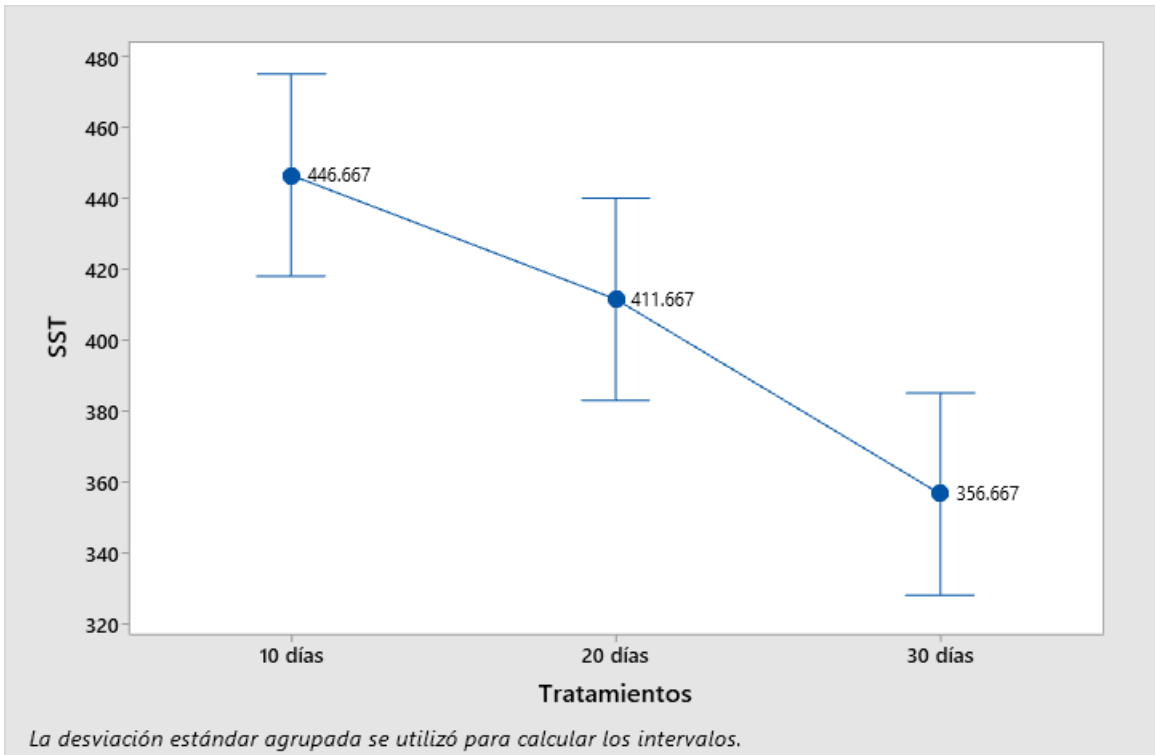
Se muestra en la figura 1. que de acuerdo al número de días utilizados como tiempo de retención para la remoción de la DBO en un humedal artificial con ***Chrysopogon zizanioides*** se muestra que existe semejanzas entre el tratamiento 2 y 3, adicionalmente en todos los tratamientos se observa una reducción de la DBO sin embargo el tratamiento 3 muestra una mejor remoción y dicho valor se encuentra dentro de los ECAS de agua en la categoría.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de sólidos suspendidos totales.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
10 días	3	446.7 A	
20 días	3	411.67 A	
30 días	3	356.67	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente. Minitab 2019



**Figura 9.** Tiempo óptimo de retención para reducir la DBO por medio de un humedal artificial.

Fuente. MINITAB 2019

Interpretación:

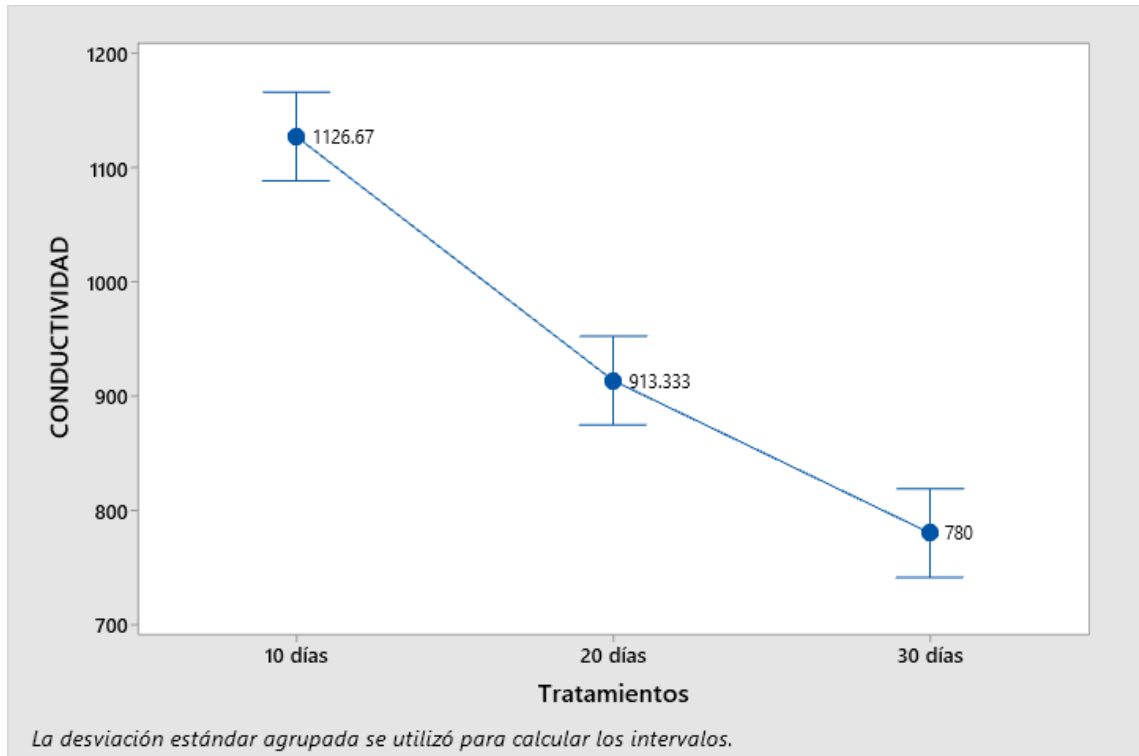
Se muestra en la figura 1. que de acuerdo al número de días utilizados como tiempo de retención para la remoción de sólidos suspendidos totales en un humedal artificial con *Chrysopogon zizanioides* se muestra que existe semejanzas entre el tratamiento 1 y 2, adicionalmente en todos los tratamientos se observa una reducción de SST sin embargo cuando se realiza la retención en un tiempo de 30 días se observa una mejor eficacia.

**Tabla 9.** Prueba de Tukey determinación del tiempo óptimo de retención para la reducción de sólidos suspendidos totales.

Tratamientos	N	Media	Agrupación
10 días	3	1126.7	A
20 días	3	913.3	B
30 días	3	780.0	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente. Minitab 2019



**Figura 10.** Tiempo óptimo de retención para reducir la conductividad por medio de un humedal artificial.

Fuente. MINITAB 2019

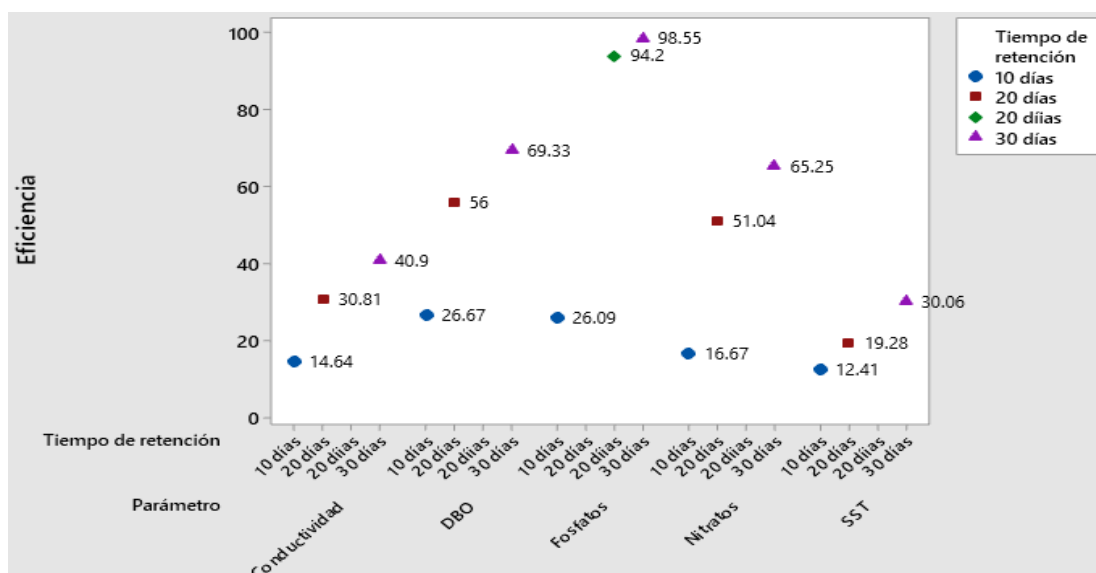
Interpretación:

Se muestra en la figura 6. que de acuerdo al número de días utilizados como tiempo de retención para la remoción de sólidos suspendidos totales en un humedal artificial con *Chrysopogon zizanioides* ningún tiempo de retención es igual, adicionalmente en todos los tratamientos se observa una reducción de la conductividad sin embargo cuando se realiza la retención en un tiempo de 20 y 30 días se observa que los valores se encuentran dentro de los ECAS agua categoría IV.

### 4.3 Determinación de la eficiencia de los tiempos de retención

**Tabla 10.** Eficiencia de los tiempos de retención.

Tiempo de retención	Parámetro	Eficiencia
10 días	Nitratos	16.67%
	Fosfatos	26.09%
	DBO	26.67%
	SST	12.41%
	Conductividad	14.64%
20 días	Nitratos	51.04%
	Fosfatos	94.20%
	DBO	56%
	SST	19.28%
	Conductividad	30.81%
30 días	Nitratos	65.25%
	Fosfatos	98.55%
	DBO	69.33%
	SST	30.06%
	Conductividad	40.90%



**Figura 11.** Eficiencia de los tiempos de retención.

Fuente. MINITAB 2019

Interpretación:

Se muestra en la figura 7 que de acuerdo a los tiempos de retención utilizados en la presente investigación se puede terminar que el tiempo de retención de 30 días presenta una mejor eficiencia presentando una remoción de conductividad en 40.9%, DBO 69.33%, fosfatos de 98.55%, nitratos 65.25%, y



sólidos suspendidos totales de 30.06, esto permita deducir que a mayor tiempo de retención mayor será la reducción de la carga contaminante.

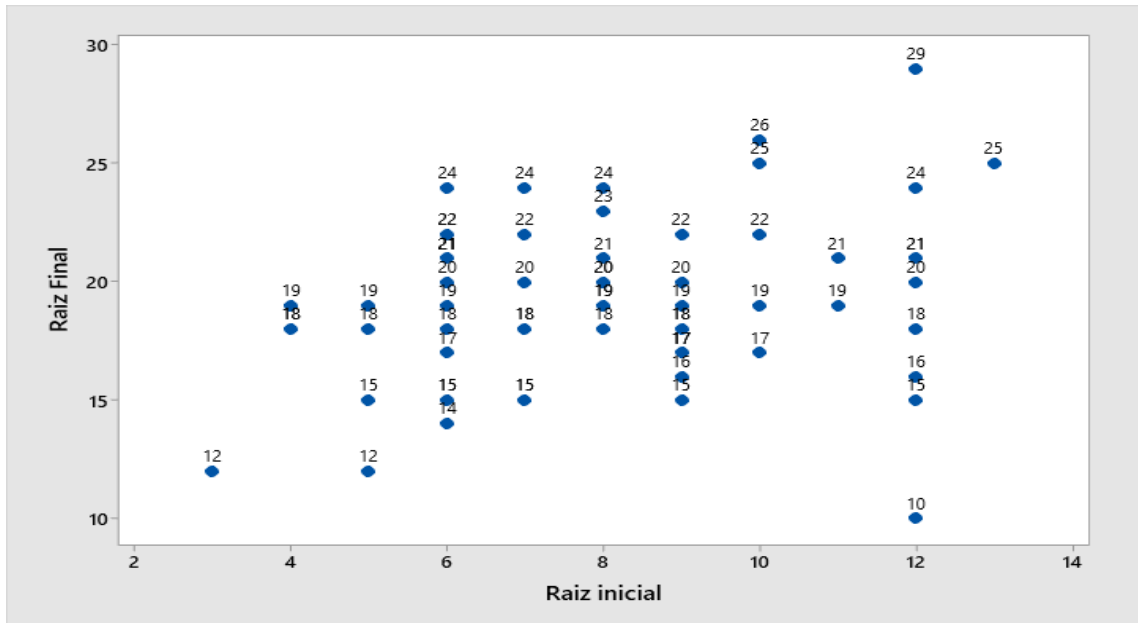
#### 4.4 Desarrollo las características morfológicas del *Chrysopogon zizanioides*

**Tabla 11.** Variaciones morfológicas de la planta.

Número de plántula	Tamaño inicial Raíz principal (cm)	Tamaño final Raíz principal (cm)	Tamaño Hoja inicial (cm)	Tamaño Hoja final (cm)
1	5	18	70	89
2	8	20	65	80
3	6	18	45	60
4	5	12	70	85
5	3	12	35	50
6	7	18	73	80
7	9	15	62	75
8	12	24	80	90
9	10	19	62	76
10	13	25	52	58
11	12	16	56	64
12	11	21	70	84
13	9	18	70	84
14	12	29	90	110
15	12	15	55	78
16	8	20	80	92
17	6	22	81	86
18	10	22	72	90
19	8	18	71	83
20	6	21	64	77
21	9	17	56	70
22	7	15	58	64
23	6	14	74	85
24	4	18	90	104
25	6	22	56	72
26	9	20	80	91
27	7	20	60	72
28	12	18	55	69
29	11	19	81	98
30	9	16	62	72
31	12	10	68	80
32	6	21	80	91

33	4	19	32	42
34	6	24	56	72
35	9	17	35	45
36	7	18	56	82
37	12	21	56	69
38	8	21	50	64
39	6	15	48	60
40	10	25	60	72
41	8	19	56	68
42	6	21	45	66
43	9	19	50	72
44	7	15	43	58
45	6	15	48	65
46	10	26	60	75
47	5	15	53	65
48	10	17	60	68
49	12	20	70	85
50	9	22	60	80
51	8	24	72	90
52	6	19	78	92
53	4	18	70	80
54	6	17	60	79
55	9	17	72	75
56	7	22	78	92
57	12	21	60	90
58	8	19	56	80
59	6	20	45	78
60	6	21	50	80
61	9	18	45	67
62	7	24	70	78
63	5	19	68	82
64	8	23	62	78
Promedio	8.04	19.12	61.98	76.68

Fuente. Datos extraídos del programa Microsoft Excel 2019

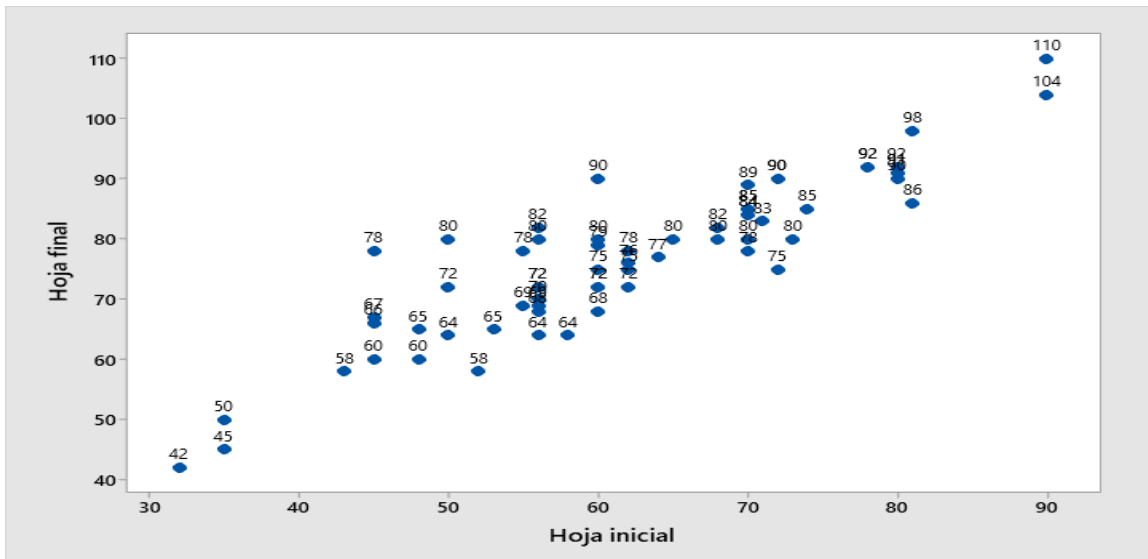


**Figura 12.** Crecimiento de la raíz principal del *Chrysopogon zizanioides*.

Fuente. Datos extraídos del programa MINITAB 2019

**Interpretación:**

Se evidencia en la figura 7. que todas las plantaciones de *Chrysopogon zizanioides* muestran un crecimiento de la raíz principal, de acuerdo a los resultados se evidencian el crecimiento promedio de las 64 plántulas que se encuentran dentro del humedal es de 11.08 cm durante un tiempo de 30 días.



**Figura 13.** Crecimiento de la hoja principal del *Chrysopogon zizanioides*.

Fuente. Datos extraídos del programa MINITAB 2019

### **Interpretación:**

Se evidencia en la figura 8. que todas las plantaciones de *Chrysopogon zizanioides* muestran un crecimiento de la hoja principal, de acuerdo a los resultados se evidencian el crecimiento promedio de las 64 plántulas que se encuentran dentro del humedal es de 14.7 cm durante un tiempo de 30 días.

### **4.5 Prueba de hipótesis.**

**Tabla 12.** Prueba ANOVA de un factor tratamiento vs remoción de nitratos.

---

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamientos	2	388.222	194.111	349.40	0.000
Error	6	3.333	0.556		
Total	8	391.556			

---

### **Interpretación:**

De acuerdo a la prueba ANOVA se evidencia que existe diferencias significativas entre los tratamientos, el p valor es menor a 0,05 lo que permite aceptar la hipótesis que la *Chrysopogon zizanioides* permite la remoción de nitratos presente en la quebrada indaño.

**Tabla 13.** Prueba ANOVA de un factor tratamiento vs remoción de fosfatos.

---

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamientos	2	1.31056	0.65528	60.36	0.000
Error	6	0.06513	0.01086		
Total	8	1.37569			

---

### **Interpretación:**

De acuerdo a la prueba ANOVA se evidencia que existe diferencias significativas entre los tratamientos, el p valor es menor a 0,05 lo que

permite aceptar la hipótesis que la *Chrysopogon zizanioides* permite la remoción de fosfatos presente en la quebrada indañe.

## V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo la remoción de nitratos y fosfatos presentes en la quebrada Indañe, De acuerdo al objetivo 1 de la investigación se logra observar que la quebrada Indañe se encuentra en un estado de conservación inadecuado, esto se refleja puesto que se la presencia de nitratos es 146 veces de más, mientras que la presencia de fósforo supera en 2200 veces, por su parte la demanda bioquímica de oxígeno supera en 66 veces más, el parámetros de sólidos suspendidos supera en 27.5 veces y la conductividad en 32, los parámetros mencionando se encuentra fuera de lo que establece el **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM** en la categoría 4 referente al ambiente.

En relación al objetivo 2 la prueba de Tukey permite determinar que las medias obtenidas en tiempo de retención de 30 días presentan resultados que se encuentran por debajo de los valores que establece los estándares de calidad de agua en la categoría 4, sin embargo los resultados que se han obtenidos presentan una mínima diferencia de 9 días en comparación a los 21 días donde se produjo la reducción de contaminantes, según Mudhiriza y otros (2015), de igual modo también manifiestan que el uso de pasto vetiver en contextos hidropónicos con el procedimiento de biorremediación del efluente de aguas servidas. método de tratamiento complementario puede reducir las del total de, N, Zn, M, Sólidos disueltos dentro de plazo de 21 días a estándares que son correctos para verter directamente en fuentes hídricas respetando estándares de descarga de aguas servidas en Zimbabwe, teniendo en cuenta que los resultados son distintos puesto que la temperatura del ambiente son diferentes al área de estudio.

La presente investigación media el uso del tipo de humedal artificial vertical se obtuvo que el tiempo de retención de 30 días presenta resultados considerables para la remoción de DBO presentando una eficiencia de 69.33%, mientras que la remoción de fosfatos fue de un 98.55%, mientras que de nitratos fue de 69.33%, sólidos suspendidos de 30.06% y conductividad de 40.90% estos resultados obtenidos guardan alguna relación con los que obtuvo **Ramírez (2018)** en la cual indica que el I vetiver removi6 91% de SST, 57% DBO<sub>5</sub>, 65 DQO, 38 % NTK y 22% de PT. Adicionalmente de acuerdo a los resultados obtenidos por **Peltroche y otros (2018)** en la cual manifiestan que la microalga *Chlamydomonas* sp. tuvo mejor capacidad de remover 75% de nitratos, por otro lado, la microalga *Chlorella* sp. dio

mejor resultado en la reducción de fosfatos con un valor de 83%. En los experimentos realizados más del 50% de nitratos y 70% de fosfatos fueron reducidos en el primer día, de acuerdo a los resultados obtenidos por Peltroche podemos decir que la *Chrysopogon zizanioides* presenta características más resaltantes que *Chlamydomonas* sp en la remoción de fosfatos. La investigación desarrollada **Torres (2017)** manifiesta que la especie *Typha dominguensis* influyen logra remover los contaminantes físico químicos con resultados óptimos de DBO5 99.92%, SST 99.62%, turbiedad 99.45%, fósforo total (P) 99.98% logrando cumplir con los Estándares de calidad ambiental para aguas de categoría 3 (agua para riego y bebida de animales) este demuestra que dicha especie presenta una mejor eficacia que la trabajada en la presente investigación.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la *Chrysopogon zizanioides* en el tratamiento del agua de la quebrada Indañe han sido considerables siendo la principal causa que esta especie se utiliza en tratamiento no habituales de recursos hídricos contaminados, en cuanto a la adaptación de la planta el vetiver es una planta con un clima templado el cual prospera en diversas posiciones solares, además de formar parte de las especies dominantes, además de un presentar un mecanismo natural de remoción de carga contaminantes ya que utilizan sus raíces y rizomas para la captura de estos elementos y así aprovechar estos elementos para que formen parte de su estructura. Por lo que aceptamos lo que menciona **Hengchaovanich**, (1999, p. 12) menciona que “la **efectividad del Vetiver** para fitorremediar suelos y aguas contaminadas está en la interacción de sus raíces con las partes contaminadas. Donde también las características de sus raíces permiten adaptarse a sequías extremas, ya que absorbe la humedad del fondo del suelo y evita que las corrientes de agua desarraiguen las plantas”.

Por otro lado, con referencia al objetivo 4 podemos determinar que se ha evidenciado un desarrollo tanto de la raíz principal y hoja principal del ***Chrysopogon zizanioides* en todas las 64 plantaciones** de acuerdo a el crecimiento de la raíz principal dentro del humedal es de 11.08 cm y la hoja principal de 14.7 cm durante un tiempo de 30 días, por lo que podemos determinar que el vetiver tiene la facilidad de adaptarse de manera rápida en medios contaminados.

Según la **Organización Mundial de la Salud** (2006) manifiesta que entre los 20 y 35 grados Celsius es la temperatura óptima para el desarrollo de microorganismos,

ante dicho comentario se puede afirmar que las temperaturas obtenidas en el proceso de monitoreo de los humedales artificiales se encuentran dentro de los parámetros mencionados, además que la nitrificación, desnitrificación y DBO depende mucho de la temperatura. Por lo que se puede deducir que el factor temperatura interviene de manera favorable en la degradación biológica en el humedal artificial de tipo vertical con flujo superficial.

Se concluye que Los resultados obtenidos evidencian que el humedal artificial compuesto con la especie *Chrysopogon zizanioides* de tipo subsuperficial vertical representa una alternativa que influye de manera adecuada en la remoción de nitratos y fosfatos presentes en la quebrada Indañe debido a los procesos naturales donde destacan la estabilización de los contaminantes a la superficie del recurso edáfico, rizomas y raíces de la especie, estas son las que cumplen en papel de degradar la materia orgánica por medio de los microorganismos



## V. CONCLUSIONES

5.1 De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el *Chrysopogon zizanioides* permite la remoción de nitratos y fosfatos de la quebrada Indañe se evidencia por las pruebas ANOVAS en las cuales dan un  $p$  valor 0.000 para la prueba de nitratos y el mismo valor para la prueba de fosfatos lo que indica que el uso de esta especie es significativo para la remoción de estos parámetros.

5.2 De acuerdo a la prueba de Tukey se puede concluir que el tiempo de retención óptimo en el tratamiento de agua por medio de un humedal artificial con *Chrysopogon zizanioides* es de 30 días para la remoción de fosfatos, nitratos, DBO, SST y conductividad estos valores finales se encuentran por debajo de los ECAS de agua categoría 4.

5.3 El *Chrysopogon zizanioides* presenta una eficiencia para la remoción de DBO presentando de 69.33%, mientras que la remoción de fosfatos fue de un 98.55%, mientras que de nitratos fue de 69.33%, sólidos suspendidos de 30.06% y conductividad de 40.90%.

5.4 Las variaciones morfológicas en un periodo de 30 días que presenta el *Chrysopogon zizanioides* en el crecimiento de la raíz y hoja principal es de 11.08 y 14.7 centímetros respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

6.1 *A la municipalidad provincial de Moyobamba identificar los responsables de la emisión de efluentes domésticos hacia la quebrada Indañe, con el propósito de preservar las especies que habitan dentro del área de influencia.*

6.2 *A los futuros investigadores se recomienda realizar otros análisis de otros contaminantes tales como nitritos, metales pesados que también se encuentran en las aguas contaminadas con el propósito de ver cómo influye el humedal artificial en este tipo de contaminantes.*

6.3 *A la comunidad científica recomendar que los humedales artificiales deben tener un monitoreo constante con el fin observar las condiciones relevantes que suceden en todo el proceso, teniendo en cuenta el caudal de entrada y salida, además de tener en cuenta el acondicionamiento de las especies utilizadas con el fin de mejorar el funcionamiento del sistema.*

6.4 *Se recomienda realizar un pretratamiento en el agua puesto que, si el agua puede ser tratada un tiempo menor por medio un humedal artificial y así obtener mejores resultados en menos tiempo, debido a que los meses con mayor temperatura el agua puede disminuir por medio de la evaporación.*

## BIBLIOGRAFÍA.

1. EFFENDI, H., MARGARETHA, J.A. y KRISANTI, M., 2018. Reducing ammonia and chromium concentration in batik wastewater by vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) grown in floating wetland. *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 16, no. 3, pp. 2947-2956. ISSN 17850037. [en línea] Disponible en: [http://www.aloki.hu/pdf/1603\\_29472956.pdf](http://www.aloki.hu/pdf/1603_29472956.pdf).
2. FLORES, Melissa. 2014. Aplicación de Humedal Artificial con Macrofitas Flotantes en la Recuperación de Aguas Residuales Domésticas, Moyobamba - San Marin. *Universidad Nacional de San Martín* [en línea], pp. 93. Disponible en: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2390/TP\\_ISA\\_00015\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2390/TP_ISA_00015_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
3. PELTROCHE Jesus et al. 2018. Remoción de nitratos y fosfatos por cepas nativas de *Chlorella* sp.(Chlorellaceae) y *Chlamydomonas* sp.(Chlamydomonadaceae) libres e inmovilizadas en aguas residuales municipales. *Arnaldoa* [en línea], vol. 25, no. 2, pp. 499-514. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a10v25n2.pdf>.
4. BARRANTES Y PITTMAN. 2018. Efectos de la microalga *botryococcus* sp. en la remoción de nitrato y fosfato en aguas residuales en la empresa municipal de agua y alcantarillado de coronel portillo-ucayali, marzo 201universidad nacional de ucayali. [en línea], pp. 1-27. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3856/000003500T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
5. MUDHIRIZA, T., MAPANDA, F., MVUMI, B.M. y WUTA, M., 2015. Removal of nutrient and heavy metal loads from sewage effluent using vetiver grass, *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty. *Water SA*, vol. 41, no. 4, pp. 457-463. ISSN 18167950. [en línea] Disponible en: [https://journals.co.za/docserver/fulltext/waters/41/4/waters\\_v41\\_n4\\_a4.pdf?expires=1603326658&id=id&accname=quest&checksum=2EC336F5B4AE24D84CD62171D11D1F0C](https://journals.co.za/docserver/fulltext/waters/41/4/waters_v41_n4_a4.pdf?expires=1603326658&id=id&accname=quest&checksum=2EC336F5B4AE24D84CD62171D11D1F0C).
6. OEFA, 2014. Fiscalización ambiental en aguas residuales. *Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental* [en línea], pp. 36. Disponible en:

- [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827).
7. RAMÍREZ, J.D., 2018. Evaluación del vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y la elefanta (*Pennisetum purpureum*) en la caracterización de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad CAS.*, vol. 4, pp. 1-13.
  8. UNESCO, 2017. *Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789568200329. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647/PDF/247647spa.pdf>. multi.
  9. YAYA-BEAS, R.-E., CADILLO-LA-TORRE, E.-A., KUJAWA-ROELEVELD, K., VAN LIER, J.B. y ZEEMAN, G., 2016. Presence of helminth eggs in domestic wastewater and its removal at low temperature UASB reactors in Peruvian highlands. *Water Research* [en línea], vol. 90, pp. 286-293. ISSN 0043-1354. DOI <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.11.023>. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004313541530350X>.
  10. HERRERA, María. 2018. Eficiencia de *Eichornia* spp y *Lemna* spp nativas en humedales artificiales en la remoción de sulfonato de alquilbenceno lineal de los detergentes presentes en aguas residuales domésticas, Moyobamba 2018.
  11. MOLINS-LEGUA, C., et al. A guide for selecting the most appropriate method for ammonium determination in water analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2014, vol. 25, no 3, p. 282-290.
  12. KOROSTYNSKA, O.; MASON, A.; AL-SHAMMA'A, A. Monitoring of nitrates and phosphates in wastewater: current technologies and further challenges. *International Journal on Smart Sensing & Intelligent Systems*, 2012, vol. 5, no 1.
  13. FEDERATION, Water Environmental, et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. *American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA*, 2005.
  14. TARGET ASESORES S.L. Gestión ambiental y desarrollo sostenible [En línea]. 2° ed. Málaga. IC Editorial. 2017 [fecha de consulta: 28 de abril de 2020]. Nitratos y fosfatos. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Gesti%C3%B3n\\_Ambiental\\_y\\_De](https://books.google.com.pe/books/about/Gesti%C3%B3n_Ambiental_y_De)


- [sarrolo\\_Sostenib.html?id=QTLADwAAQBAJ&redir\\_esc=y](#). ISBN: 978-84-9198-718-5.
15. FAO. El agua [En línea].2010 [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2020]. Tema 4: el agua. Disponible en: <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s06.htm>.
  16. HENGCHAOVANICH D. Fifteen years of bioengineering in the wet tropics from A (*Acacia auriculiformis*) to V (*Vetiver zizanioides*). The First Asia-Pacific Conference on Ground and Water Bio-engineering, Manila, Philippines, April 1999.
  17. MINAM. Estándares de calidad del agua [En línea]. Perú. 2014 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2020]. Categoría 4. Calidad: Conservación del medio acuático. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.
  18. GARCÍA, Joan, et al. Wastewater treatment for small communities in Catalonia (Mediterranean region). *Water policy*, 2001, vol. 3, no 4, p. 341-350.
  19. WILDSCHUT, L. Mercados potenciales de tecnologías de biorremediación con vetiver. 1 ed. Madrid, España, 2013. Fundación EOI. 162 p.
  20. DELGADILLO-LÓPEZ, Angélica Evelin, et al. Fito remediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 2011, vol. 14, no 2, p. 597-612.
  21. REJIA, A. Humedales artificiales como sistemas naturales de depuración de aguas residuales. 2013.
  22. BAIRD, A.; et al. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [E línea]. 23rd Edition. Estados Unidos: American Public Health Association. 2017. [fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://yabesh.ir/wp-content/uploads/2018/02/Standard-Methods-23rd-Perv.pdf>.  
ISBN: 9780875532875
  23. CAMPBELL, Donald T. *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*. 1973.
  24. RAMALHO, R. Tratamiento de aguas residuales. España: Editorial Reverte 1996. 705 pp. ISBN: 84-291-7975-5

25. SIGLER, W. Adam; BAUDER, Jim. Nitrato y nitrito. Universidad Estatal de Montana Programa de Extensión en Calidad del Agua Departamento de Recursos de la Tierra y Ciencias Ambientales, 2012.
26. CONNOR, Richard, et al. The United Nations world water development report 2017. Wastewater: The untapped resource. *The United Nations World Water Development Report*, 2017.
27. MARÍN A., OSÉS Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados [en línea] .2013, México. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: [https://fridakarem.files.wordpress.com/2015/07/plantas\\_tratam\\_tomo1.pdf](https://fridakarem.files.wordpress.com/2015/07/plantas_tratam_tomo1.pdf).
28. ROONGTANAKIAT, Nualchavee; TANGRUANGKIAT, Sutthirak; MEESAT, Ridthee. Utilization of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) for removal of heavy metals from industrial wastewaters. *Science Asia*, 2012, vol. 33, no 4, p. 397-403.
29. VETIVER.ORG. Tratamiento de aguas residuales mediante filtros e hidrosistemas naturales con pasto vetiver [En línea]. 2014. Colombia.[fecha de consulta: 12 de mayo de 2020] Disponible en : [https://www.vetiver.org/COL\\_TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20MEDIANTE%20FILTROS.pdf](https://www.vetiver.org/COL_TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20MEDIANTE%20FILTROS.pdf).
30. CHAHAL, Khusminder Kaur, et al. Chemical composition and biological properties of *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty syn. *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash-A Review. *Indian Journal of Natural Products and Resources (IJNPR)[Formerly Natural Product Radiance (NPR)]*, 2015, vol. 6, no 4, p. 251-260.
31. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, L. Metodología de la investigación. 6ª edición. México. McGraw-Hill. 2014. P 156.
32. CRESWELL, J. CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications, 2017.
33. STEFANAKIS, Alexandros; AKRATOS, Christos S.; TSIHRINTZIS, Vassilios A. *Vertical flow constructed wetlands: eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment*. Newnes, 2014.

34. TRUONG, Paul; VAN, Tran Tan; PINNERS, Elise. Vetiver system applications technical reference manual. *The Vetiver Network International*, 2008, vol. 89.
35. TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4ta. Edición. Editorial LIMUSA, 2006.
36. ARIAS, Fidas. Introducción a la metodología científica. *El Proyecto de Investigación 5ta. Fidas G. Arias Odón*, 2006.
37. KEITH, Hench. Fate of physical, and microbial contaminants in domestic waste water following treatment by small constructed Wetlands. *Water Research*. [En línea], 2003 [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/36b0/438cf04d3a4b5db237b69bb0n>.
38. SAWYER, Clair N., et al. *Química para ingeniería ambiental*. 4° ed. Editorial Contextos gráficos. Bogotá, Colombia 2001. p, 675.
39. BAIRD, Colin. *Química ambiental* [En línea]. 5° Ed. New York. Editorial Reverté, S. A., 2014. [Fecha de consulta: 20 de junio del 2020]. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61270412/Quimica\\_ambiental\\_2a\\_ed](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61270412/Quimica_ambiental_2a_ed). ISBN: 978-84-291-7915-6.
40. GONZÁLEZ, Jesús Fernández. Humedales artificiales para depuración. Manual de fitodepuración. *Filtros de Macrofitas En Flotación*, 2002, p. 79-80.
41. MASON, F., MOODY, P, WATERS, D. Application of Vetiver Grass Technology in off-site pollution control. I. Trapping agrochemicals and nutrients in agricultural lands. *Vetiver Conf. TH* [En línea]. 2015, [fecha de consulta: 21 de mayo de 2020], p, 52. Disponible en: <http://www.vetiver.com/>.
42. MVCS, M. d. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Domesticas o Municipales. 2013.

## ANEXOS.

### Anexo N° 01: Ficha de monitoreo.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con Chrysopogon zizanioides en un humedal artificial para nitratos y fosfatos, Moyobamba, 2020.	
Escuela profesional de ingeniería ambiental		Fecha:	Hora:
Coordenadas:		x = 279048.00	y = 9234003.00
Responsables:	Córdova García, Oscar	Díaz López, José Luis	
Distrito: <u>Moyobamba</u>	Provincia: <u>Moyobamba</u>	Departamento: <u>San Martín</u>	

#### FICHA DE MONITOREO


N° Plantas	Características morfológicas			
	Desarrollo de la raíz inicial (cm)	Desarrollo de la raíz final (cm)	Desarrollo de la hoja inicial (cm)	Desarrollo de la hoja final (cm)
1	5	18	70	89
2	8	20	65	80
3	6	18	45	60
4	5	12	70	65
5	3	12	35	50
6	7	18	13	80
7	9	15	62	75
8	12	24	80	90
9	10	19	62	76
10	13	25	52	58
11	12	16	56	64
12	11	21	70	84
13	9	18	70	84
14	12	24	90	110
15	12	15	55	78
16	8	20	80	92
17	6	22	81	86
18	10	22	72	90
19	8	18	71	83
20	6	21	64	77
21	9	17	56	70
22	7	15	58	64
23	6	14	74	85
24	6	18	90	104
25	4	22	56	72
26	6	20	80	91
27	9	20	60	72
28	7	18	55	69
29	11	19	81	98
30	9	16	62	72
31	12	10	68	80
32	6	21	80	91
33	4	19	82	92
34	6	24	56	72



35	9	17	35	45
36	7	18	56	87
37	12	21	56	69
38	8	21	50	64
39	6	15	48	60
40	10	25	60	72
41	8	19	56	68
42	6	21	45	66
43	9	19	50	72
44	7	15	43	58
45	6	15	48	65
46	10	26	60	75
47	5	15	53	65
48	10	17	60	68
49	12	20	70	85
50	9	22	60	80
51	8	24	72	90
52	6	19	78	97
53	4	18	70	80
54	6	17	60	79
55	9	19	72	85
56	7	22	78	92
57	12	21	60	90
58	8	19	56	88
59	6	20	45	78
60	6	21	50	80
61	9	18	45	67
62	7	24	40	78
63	5	19	68	77
64	8	23	62	78


Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 2. Ficha de campo.

	Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con Chrysopogon zizanioides en un humedal artificial para nitratos y fosfatos, Moyobamba, 2020.		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL																	
	Responsables:	Córdova García, Oscar	Firma:	Díaz López, José Luis	Firma:															
<b>FICHA DE CAMPO</b>																				
Punto de monitoreo	Descripción origen	Localidad	Distrito	Provincia	Coordenadas		Fecha	Hora	Ph				Temperatura °C							
					X	Y			Inicial	10 días	20 días	30 días	Inicial	10 días	20 días	30 días				
P01	Agua superficial	Moyobamba	Moyobamba	Moyobamba	758581.72	933355.52	09/10/20	3:00 pm	8.20					24						
P02	Agua superficial	Moyobamba	Moyobamba	Moyobamba	757159.8	933400.3	09/10/20	3:00 pm		8.00	8.10			23	23	24				
P03	"	"	"	"	"	"	20/10/20	3:00 pm		8.00	8.05	8.10	8.15			23	23	24		
P04	"	"	"	"	"	"	30/10/20	3:00 pm				7.50	7.80					24	23	24

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 03. Estructura del humedal artificial.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con <i>Chrysopogon zizanioides</i> en un humedal artificial para nitratos y fosfatos, Moyobamba, 2020.		
Escuela profesional de ingeniería ambiental			
Fecha	01/10/2020	Hora	9:00 Am.

**ESTRUCTURA DEL HUMEDAL**

		Humedal artificial
Numero de plantas	Unidad	64
Características o dimensiones	Ancho (m)	2
	Largo (m)	2
	Profundidad (m)	1
Volumen	m <sup>3</sup>	1

Responsables:

✓ Oscar Cordova Garcia  
✓ José Luis Diaz López



Fuente: Elaboración Propia



Anexo N° 5. Traslado de muestras en cooler a laboratorio Anaquimicos.



Anexo N° 6. Excavación de la zanja para el humedal artificial.



Anexo N° 7. Colocación del sustrato.



Anexo N° 8. Llenado de agua de la quebrada Indañe al humedal artificial.



Anexo N° 9. Lavado de las raíces del *Chrysopogon zizanioides*.



Anexo N° 10. Medición de las raíces iniciales.



Anexo N° 11. Colocación del *Chrysopogon zizanioides* a la muestra de agua.





<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>				
<b>Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con <i>Chrysopogon zizanioides</i> en un humedal artificial para nitratos y fosfatos, Moyobamba, 2020.</b>				
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>
¿En qué medida el Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con <i>Chrysopogon zizanioides</i> en un humedal artificial reducirá nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020?	<p><b>Objetivo general</b> Determinar el nivel de eficiencia del Fito tratamiento con <i>Chrysopogon zizanioides</i> en un humedal artificial, para la reducción de nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Determinar la concentración de nitratos y fosfatos en el agua de la quebrada Indañe, determinar el tiempo de retención óptimo para la reducción de nitratos y fosfatos y evaluar la calidad del agua del humedal después del Fitotratamiento. Determinar las variaciones morfológicas de la raíz y hoja principal durante el tiempo de retención óptimo.</p>	<p><b>H1:</b> El Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con <i>Chrysopogon zizanioides</i> en humedal artificial, permitirá la reducción de nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020.</p> <p><b>H0:</b> El Fitotratamiento del agua de la quebrada Indañe con <i>Chrysopogon zizanioides</i> en humedales artificiales, no permitirá la reducción de nitratos y fosfatos en la quebrada Indañe, Moyobamba, 2020.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Diseño de humedales artificiales</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Calidad del agua</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño de la investigación:</b> <math>GE = D1 X D2</math></p> <p>Donde: GE:Grupo Experimental D1: pre prueba X:Variable independiente D2: pos prueba</p>

## Anexo N° 13. Validación de instrumentos.

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Castillo Gonza Hebert L.  
 Institución donde labora : Coordinador de Teledetección en la fundación CONSERVACIÓN INTERNACIONAL - PERÚ  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar y Díaz Lopez Jose Luis

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable; en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable Calidad del agua.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>46</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

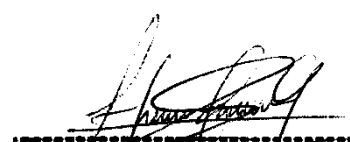
#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

Aplicable

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

46

Moyobamba 02 de julio del 2020

  
**Ing. Hebert L. Castillo Gonza**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**CIP 180535**

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Castillo Gonza Hebert L.  
 Institución donde labora : Coordinador de Teledetección en la fundación CONSERVACIÓN INTERNACIONAL - PERÚ  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de monitoreo  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar y Díaz Lopez Jose Luis

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable; en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable Calidad del agua				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>45</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Aplicable

### PROMEDIO DE VALORACIÓN:

45

Moyobamba 02 de julio del 2020

  
**Ing. Hebert L. Castillo Gonza**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**CIP 180535**

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Castillo Gonza Hebert L.  
 Institución donde labora : Coordinador de Teledetección en la fundación CONSERVACIÓN INTERNACIONAL - PERÚ  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Estructura del humedal artificial  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar y Diaz Lopez Jose Luis

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable; en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable calidad del agua					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>45</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

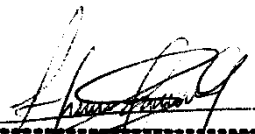
### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

Moyobamba 02 de julio del 2020

45

  
**Ing. Hebert L. Castillo Gonza**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**CIP 180535**

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : López Rojas Jhon Jairo  
 Institución donde labora : Instituto Nacional de Innovación Agraria  
 Especialidad : Biólogo  
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar  
 : Díaz López José Luis

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				x	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Calidad del agua					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				x	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Calidad del agua					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						46

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Es aplicable

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

46

  
 Jhon Jairo López Rojas  
 B.I. 1060  
 C.P. 0542

Moyobamba, 02 de julio de 2020

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**II. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : López Rojas Jhon Jairo  
 Institución donde labora : Instituto Nacional de Innovación Agraria  
 Especialidad : Biólogo  
 Instrumento de evaluación : Ficha de monitoreo  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar  
 : Díaz López José Luis

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Calidad del agua				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Calidad del agua				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>47</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Es aplicable

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 47

Moyobamba, 02 de julio de 2020

  
 Jhon Jairo López Rojas  
 BIÓLOGO  
 B.P. 8542

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**III. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : López Rojas Jhon Jairo  
 Institución donde labora : Instituto Nacional de Innovación Agraria  
 Especialidad : Biólogo  
 Instrumento de evaluación : Estructura del humedal artificial  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar  
 : Díaz López José Luis

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Calidad del agua				x	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Calidad del agua					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						46

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

ES aplicable

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 46

Moyobamba, 02 de julio de 2020



Jhon Jairo López Rojas  
 BIÓLOGO  
 C.B.P. 8542

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Bernilla Angulo Henry  
 Institución donde labora : Independiente  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar  
 : Díaz López José Luis

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Calidad del agua				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Calidad del agua					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>48</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento es aplicable

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
**48**



**Henry Bernilla Angulo**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**CIP. N° 129088**

Moyobamba, 02 de julio de 2020





**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**II. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Bernilla Angulo Henry  
 Institución donde labora : Independiente  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de monitoreo  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar  
 : Díaz López José Luis

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Calidad del agua					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Calidad del agua					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>48</b>

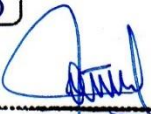
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Moyobamba, 02 de julio de 2020

  
**Henry Bernilla Angulo**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP, N° 129088





## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Bernilla Angulo Henry  
 Institución donde labora : Independiente  
 Especialidad : Ingeniero Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Estructura del humedal artificial  
 Autores del instrumento : Córdova García Oscar  
 : Díaz López José Luis

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Calidad del agua					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Calidad del agua					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Moyobamba, 02 de julio de 2020



Henry Bernilla Angulo  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP. N° 129089

Anexo N° 14. Informe de ensayo de Laboratorio Anaquimicos.



**INFORME DE ENSAYO N.º 038-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
 Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Indañe  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : 18M: 278587.72 UTM: 9333550.52  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 09/10/2020  
**Fecha de reporte** : 20/10/2020

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	32
02	Fosforo total	mg/L	1.15
03	pH	Unidad de pH	8.20
04	Solidos suspendidos totales	mg/L	510
05	Temperatura	°C	24
06	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	25
07	Oxígeno Disuelto	mg/L	11
08	Conductividad	(µS/cm)	1320

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
 Fosforo Total : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed  
 pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
 Solidos suspendidos totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
 Temperatura : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
 DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
 Oxígeno Disuelto : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed.  
 Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 23rd Ed

Nota: El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 20 de octubre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIP. N° 840674  
 TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 039-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Sector Indañe  
**Tipo de muestra** : Efluente de humedal artificial (T<sub>1</sub>)  
: 18M: 278587.72 UTM: 9333550.52  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 09/10/2020  
**Fecha de reporte** : 20/10/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Nitratos	mg/L	26	27	27
02	Fosforo total	mg/L	1.05	0.80	0.70
03	pH	Unidad de pH	8.10	8.15	8.10
04	Sólidos suspendidos totales	mg/L	480	420	440
05	Temperatura	°C	23	23	24
06	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	20	17	18
07	Oxígeno Disuelto	mg/L	6	8	8
08	Conductividad	(µS/cm)	1160	1120	1100

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO<sub>3</sub>-E, 23rd Ed  
Fosforo Total : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Sólidos suspendidos totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Temperatura : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
Oxígeno Disuelto : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed.  
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 23rd Ed

Nota: El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 20 de octubre de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP: N° 140874  
TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 039-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Sector Indañe  
**Tipo de muestra** : Efluente de humedal artificial (T<sub>1</sub>)  
: 18M: 278587.72 UTM: 9333550.52  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 09/10/2020  
**Fecha de reporte** : 20/10/2020

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Nitratos	mg/L	26	27	27
02	Fosforo total	mg/L	1.05	0.80	0.70
03	pH	Unidad de pH	8.10	8.15	8.10
04	Sólidos suspendidos totales	mg/L	480	420	440
05	Temperatura	°C	23	23	24
06	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	20	17	18
07	Oxígeno Disuelto	mg/L	6	8	8
08	Conductividad	(µS/cm)	1160	1120	1100

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Fosforo Total : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 4500-H+, 23rd Ed  
Sólidos suspendidos totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Temperatura : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
Oxígeno Disuelto : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed.  
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 23rd Ed

Nota: El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 20 de octubre de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP: 8° 140974  
TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 044-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Sector Indañe  
**Tipo de muestra** : Efluente de humedal artificial (T<sub>3</sub>)  
: 18M: 278587.72 UTM: 9333550.52  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 02/10/2020  
**Fecha de reporte** : 16/11/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Nitratos	mg/L	10	11	12
02	Fosforo total	mg/L	0,01	0,02	0,02
03	pH	Unidad de pH	7.50	8.10	7.80
04	Solidos suspendidos totales	mg/L	360	370	340
05	Temperatura	°C	24	23	24
06	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	6	9	8
07	Oxígeno Disuelto	mg/L	5	5	5
08	Conductividad	(µS/cm)	1000	1050	1010

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Fosforo Total : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Solidos suspendidos totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Temperatura : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
Oxígeno Disuelto : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed.  
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 23rd Ed

Nota: El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP: N° 140074  
TITULAR GERENTE