



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Remoción de zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* y *Eichhornia crassipes*

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Ponce Arteaga, Yanela Alexandra. (ORCID: 0000-0001-9208-5221)

Quispe Llaure, Rocío del Pilar. (ORCID: 0000-0001-5274-3787)

ASESOR:

Dr. Quezada Álvarez, Medardo Alberto. (ORCID: 0000-0002-0215-5175)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales.

TRUJILLO – PERÚ

2019

Dedicatoria.

La presente tesis es el resultado de nuestro esfuerzo y perseverancia, así como de la colaboración de muchas personas. Es justamente por ello que dedicamos a los siguientes:

A Dios por darnos la vida, salud e iluminar nuestros conocimientos y darnos las fuerzas que necesitamos para poder culminar con la elaboración de esta investigación.

A nuestros padres porque siempre nos apoyaron, por haber formado en cada una de nosotras el anhelo de triunfar en la vida y darnos la fortaleza del coraje y valentía.

A los profesores que nos asesoraron en este proceso por su paciencia, ánimo y apoyo que se nos brindó y por su atenta colaboración en este trabajo, por sus comentarios en dicha elaboración de esta tesis y sus acertadas correcciones.

Agradecimiento.

Damos las gracias a nuestro Dios, primeramente, ya que él es nuestra guía de nuestras vidas, su gran amor, por cuidarnos en cada paso que damos, por iluminar nuestra mente y fortalecer nuestro corazón, por habernos brindado personas maravillosas en nuestro camino para que sean nuestro soporte y nos brinden compañía durante la elaboración de este proyecto y durante todo el proceso de estudios, ya que sin él en nuestras vidas no somos nada.

Agradecemos infinito a nuestras familias, por el apoyo, los consejos y esfuerzo realizado, en nuestros estudios, especialmente a nuestras madrecitas por sus consejos, amor cariño y ternura, por estar en nuestros momentos más difíciles y tristes de nuestras vidas quienes Dios doto de grandes fortalezas, valentía, coraje y virtudes para así enseñarnos buenos valores, para poder ser unas buenas mujeres.

Agradecer de manera cordial y sincera al ing. Alberto Quezada Álvarez, por aceptar ser nuestro asesor y así poder poner en marcha esta tesis, por su apoyo y confianza puesto en nosotras, su capacidad de guía en nuestras ideas y su aporte, orientación y rigurosidad en la elaboración de esta tesis han sido claves de nuestro buen desenvolvimiento.

Página del Jurado

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Ponce Arteaga, Yanela Alexandra identificado con DNI N° 72091188, estudiante de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo sede Trujillo; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, julio 05 de 2019



.....
Yanela Alexandra Ponce Arteaga

DNI: 72091188

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Quispe Laure, Rocio del Pilar identificado con DNI N° 76965975, estudiante de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo sede Trujillo; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, julio 05 de 2019



.....
Rocio del Pilar Quispe Laure

DNI: 76965075

Índice

Carátula	i
Página del Jurado	ii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Declaratoria de Autenticidad	vi
Índice	viii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	11
2.1. Tipo y diseño de investigación	11
2.2. Variables, operacionalización	12
2.3. Población, muestra y muestreo	14
2.4. Procedimiento	14
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	15
2.6. Métodos de análisis de datos	16
2.7. Aspectos éticos	16
III. RESULTADOS	17
IV. DISCUSIÓN	24
V. CONCLUSIONES	29
VI. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	31
ANEXOS	34

Índice de tablas

Tabla N° 1: Diseño de la investigación.....	11
Tabla N° 2: Operacionalización de variables.....	13
Tabla N° 3: Caracterización del efluente en quebrada Sacalla Abril 2019.....	17
Tabla N° 4: valores de remoción de Zinc en el tiempo Mayo-Junio 2019.....	18
Tabla N° 5: Pruebas de normalidad 8 días.....	18
Tabla N° 6: Verificación de varianza.....	19
Tabla N° 7: Método ANOVA de un solo factor 8 días.....	19
Tabla N° 8: Método de diferencia menos significativa (LSD).....	20
Tabla N° 9: Método HSD de Tukey para comparar que tratamiento es el mejor.....	20
Tabla N° 10: Método Duncan para comparar que tratamiento es el mejor.....	20
Tabla N° 11: Pruebas de normalidad día 16.....	21
Tabla N° 12: Verificación de varianza.....	21
Tabla N° 13: Método ANOVA de un solo factor día 16.....	22
Tabla N° 14: Método de diferencia menos significativa (LSD).....	22
Tabla N° 15: Método HSD de Tukey para comparar que tratamiento es el mejor.....	23
Tabla N° 16: Método Duncan para comparar que tratamiento es el mejor.....	23
Tabla N° 17: Instrumentos.....	34
Tabla N° 18: Análisis de los efluentes de la minería informal antes del tratamiento.....	34
Tabla N° 19: Resultados de remoción de Zinc y pH a los 8 días.....	35
Tabla N° 20: Resultados de remoción de Zinc y pH a los 16 días.....	36
Tabla N° 21: Matriz de consistencia.....	37
Tabla N° 22: Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicos.....	38
Tabla N° 23: LMPs para la descarga de efluentes minero – metalúrgicos comparado con los resultados de análisis de metales.....	38

Índice de figuras

Figura N° 1: Diagrama de bloques del proceso de la investigación.....	12
Figura N° 2: Esquema de tratamiento de aguas acidas de mina.....	15
Figura N° 3: Georreferencia de puntos de muestreo de la quebrada Sacalla.	38
Figura N°: 4, 5, 6 y 7: Recolección de los efluentes de la minería ilegal	39
Figura N° 8 y 9: Medición de pH de los efluentes antes del tratamiento.....	40
Figura N° 10, 11 y 12 : Medición de pH de efluentes después del tratamiento.....	40
Figura N° 13 y 14: Recolección de las plantas hidrófitas.	41
Figura N° 15 y 16: Repartición de 20 litros de agua acida en los recipientes.....	41
Figura N° 17: Adecuación de las plantas hidrófitas en efluentes de la quebrada Sacalla.....	42
Figura N° 18: Plantas hidrófitas a los 8 días de tratamiento.	42
Figura N° 19, 20 y 21: Plantas hidrófitas a los 16 días de tratamiento.	43
Figura N° 22: muestras de agua para ser procesadas.	43
Figura N° 23: Certificados de los análisis de caracterización de los metales.	44
Figura N° 24: Certificados de los análisis de remoción de zinc de los 8 días.....	45
Figura N° 25: Certificados de los análisis de remoción de zinc de los 16 días.....	46

RESUMEN

La contaminación del agua con metales pesados es un grave problema que enfrenta la sociedad, principalmente por la creciente demanda de estos y el inadecuado tratamiento. Es por ello que en esta investigación se plantea como objetivo general evaluar el efecto de la densidad poblacional por especie de las plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) en la remoción de Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla.

La investigación tuvo un diseño experimental aplicando cinco tratamientos con distinta densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua), tratamiento 1(50 plantas de Totorá), tratamiento 2(50 plantas de Jacinto de agua), tratamiento 3(25 plantas de Totorá y 25 plantas de Jacinto de agua), tratamiento 4(10 plantas de Totorá y 40 plantas de Jacinto de agua) y tratamiento 5(40 plantas de Totorá y 10 plantas de Jacinto de agua) con 3 réplicas por tratamiento, primero se recolectó 300 litros de efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, luego se dividió en 15 recipientes 20 litros cada uno, después se acondicionó la cantidad de plantas hidrófitas en cada uno de los tratamientos, posteriormente se dejó los tratamientos ya acondicionados durante 16 días y finalmente se tomó muestras de 10 ml de agua por cada uno de los tratamientos y se llevaron al laboratorio para analizar la concentración de Zinc después de 8 días y 16 días de haber implementado el tratamiento.

La concentración inicial del Zinc fue de 11.28 ppm/l, después del tratamiento en el día 8 obtuvimos los siguientes porcentajes: tratamiento 1(18.15%), tratamiento 2(33.98%), tratamiento 3(44.88%), tratamiento 4(15.63%) y tratamiento 5(11.42%), después del tratamiento en el día 16 obtuvimos: tratamiento 1(71.39%), tratamiento 2(77.69%), tratamiento 3(88.12%), tratamiento 4(68.79%) y tratamiento 5(54.49%).

Se concluyó que el tratamiento más eficiente es el tratamiento 3 (con 25 plantas de *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y 25 plantas de *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua), en el día 8 con un porcentaje de remoción de 45.30% y en el día 16 con un porcentaje de remoción de 88.12%.

Palabras claves: Remoción de Zinc, Efluentes de minería informal, Plantas hidrófitas.

ABSTRACT

The contamination of water with heavy metals is a serious problem that society faces, mainly due to the growing demand for these and inadequate treatment. That is why in this research the general objective is to evaluate the effect of the population density by species of the hydrophytic plants *Schoenoplectus californicus* (Tatora) and *Eichhornia crassipes* (Water hyacinth) in the removal of Zinc present in the effluents of the informal mining of the Sacalla creek.

The research had an experimental design applying five treatments with different population density by species of hydrophyte plants *Schoenoplectus californicus* (Tatora) and *Eichhornia crassipes* (Water hyacinth), treatment 1 (50 plants of Tatora), treatment 2 (50 plants of Water hyacinth), treatment 3 (25 plants of Tatora and 25 plants of water hyacinth), treatment 4 (10 plants of Tatora and 40 plants of water hyacinth) and treatment 5 (40 plants of Tatora and 10 plants of water hyacinth) with 3 replicas per treatment, first 300 liters of effluents were collected from the informal mining of the Sacalla creek, then it was divided into 15 containers 20 liters each, then the amount of hydrophytic plants was conditioned in each of the treatments, then it was left treatments already conditioned for 16 days and finally samples of 10 ml of water were taken for each of the treatments and taken to the laboratory to analyze the concentration Zinc entry after 8 days and 16 days of having implemented the treatment.

The initial concentration of zinc was 11.28 ppm / l, after treatment on day 8 we obtained the following percentages: treatment 1 (18.15%), treatment 2 (33.98%), treatment 3 (44.88%), treatment 4 (15.63%) and treatment 5 (11.42%), after treatment on day 16 we obtained: treatment 1 (71.39%), treatment 2 (77.69%), treatment 3 (88.12%), treatment 4 (68.79%) and treatment 5 (54.49) %).

It was concluded that the most efficient treatment is treatment 3 (with 25 plants of *Schoenoplectus californicus* (Tatora) and 25 plants of *Eichhornia crassipes* (Water hyacinth), on day 8 with a percentage of removal of 45.30% and on day 16 with a removal percentage of 88.12%.

Keywords: Zinc Removal, Informal Mining Effluents, Hydrophytic Plants.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel del mundo se ha registrado una sucesión de casos alarmantes, relacionados a la contaminación por causa de la industria minera, como la generación de aguas acidas que crea un problema ambiental. Especialmente desde la última década del siglo pasado se ha venido estudiando con gran intensidad la posibilidad de utilización de sistemas de tratamiento activo en muchas empresas mineras del Perú, debido a la emanación de drenaje ácido de mina (DAM), este problema es común en los yacimientos auríferos y polimetálicos peruanos lo cuales requieren especial atención.

A lo largo del tiempo, en el rubro minero se ha mantenido una problemática en cuanto a la perturbación de agua en los ríos, debido al incremento de contenido de metales pesados perjudicando la flora y fauna acuática, así como las riberas y cuencas de los ríos a causa de la alteración del ecosistema. Este problema de drenaje ácido de minas produce los lixiviados tóxicos costosos de erradicar y/o controlar.

Se evidencian casos críticos de contaminación de ríos en nuestro país, por ejemplo: Los cauces del río Huallaga que por la actividad minera de las empresas: “Atacocha, San Miguel y Milpo que aportan efluentes ácidos a dicho río se encuentra altamente contaminado, estas empresas cuentan con Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)”, plan de manejo ambiental y Estudios de Impacto Ambiental, los cuales no se cumplen, pues aún se evidencia los estragos en el río Huallaga. **(Cruz, 2014; pg. 1).**

En la sierra Liberteña encontramos poblaciones priorizadas, en las que se realizan actividades mineras metalúrgicas, ubicadas “principalmente en las provincias de Santiago de Chuco, Pataz, Sánchez Carrión, Bolívar, Julcan y Otuzco”, con distritos como Quiruvilca, Angamarca, Huamachuco, Parcoy, Pataz, con mayor presencia de esta actividad; aquí encontramos las empresas mineras: Marsa, Horizonte, Poderosa, San Simón, Comarsa, Barrick (lagunas norte), La arena, El toro entre otras así como mineras artesanales y/o informales. **(SINIA, 2014; pg. 2).**

Existen además casos de minas en condición de abandono, que se transforman en pasivos mineros, y causan problemas ambientales significativos, debido a la creación de drenajes ácidos de mina, que agravan el disturbio, debido a que estos grupos mineros responsables de la problemática designan pocos o escasos recursos económicos para cubrir los costos en

el procesamiento de las aguas. En el caso de los mineros artesanales y/o informales el problema es más amplio, porque no dan la importancia al problema y en el extremo no asignan presupuesto alguno.

El decreto supremo N° 010 - 2010 MINAM (establece los límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicos), con fines de cumplimiento las empresas mineras, en la actualidad vienen implementando sistemas de tratamiento basados en métodos pasivos y activos para el procesamiento de las aguas acidas, por ser más eficientes, menos contaminantes y menos costosas, en contraparte de los métodos físicos químicos antiguamente utilizados que son más costosos y altamente contaminantes.

Según Jaramillo y Flores (2012), en su tesis titulada. “*Fitorremediación mediante el uso de especies vegetales Eichornia Crassipes (Jacinto de agua) y Lemna Minor (Lenteja de Agua) en las aguas residuales producto de las actividades mineras*”, investigó la problemática de contaminación de aguas por metales pesados, es por ello que se buscó alternativas eficientes y económicas para disminuir contaminantes mediante técnicas fitorremediadoras, para lo cual se planteó el objetivo de reducir la alta manifestación de mercurio utilizando plantas: *Eichornia crassipes* y *Lemna minor* en aprovechamiento para la contracción de los vegetales. La metodología empleada fue experimental ya que se construyó 12 recipientes de vidrio con medidas de 30cmx30cmx30cm, seguidamente se les adiciono grava, 9 litros de agua y 1litro de disolución de mercurio a cada recipiente, realizaron 3 tratamientos: a) *Eichornia crassipes*, b) *Lemna minor* y c) *Eichornia crassipes* y *Lemna minor*; cada uno de estos tratamientos se realizaron cuatro veces, los cuales se tomó muestras a los 3 días, 7 días y 15 días, obteniendo como resultados que el medio óptimo de adaptación es a los 5 días y la eficiencia de remoción se dio a los 7 días removiendo 0.86 ppm de mercurio. Llegando a la siguiente conclusión que las dos especies absorben solas o en grupo, pero el que más resistencia y tiene es *Eichornia crassipes* con un 89% de remoción.

Según Cuadrado, Vicuña y Torres (2014), en su artículo de investigación titulado, “*Evaluación de la planta Totora en la eficiencia de la remoción de Fierro en un prototipo de humedal construido de un flujo superficial*”, investigó la problemática de contaminación alta por metales pesados de los ríos, es por ello que se emprendió a buscar

nuevas tecnologías limpias para tratar dichas aguas, planteándose como objetivo, Evaluar la eficacia de remoción de fierro con la planta de Totorá, la metodología fue experimental ya que consistió en construir un humedal con medidas de 1mx2mx0.90m, constituida de tierra y plástico, acondicionando 80 plantas de Totorá en 480 litros de agua contaminada con Fierro evaluando a un tiempo constante de 12 días, realizando un análisis de rizo filtración, tallo sumergido y tallo aéreo lavada con agua destilada, con una solución de 5.00mg/ a 2.64mg/L. Los resultados con la planta Totorá en la remoción de Fierro fue de 325.14mg/L, la de rizofiltración fue de 166.44mg/L y la de tallo aéreo fue de 171.30mg/L absorción de Fierro, se llega a la conclusión que el porcentaje de remoción de Fierro con la planta Totorá en rizofiltración se llegó a un 67.20% lo cual significa que la planta absorbe más metales en sus raíces.

Según Chagua y Tardio (2015) en su tesis titulada “*Evaluación de remoción de Cobre y Zinc por la planta nativa Scirpus californicus (Totorá) en la comunidad de Pomachaca - Tarma*”, investigó la alta contaminación de cuerpos acuáticos a causa del uso de agroquímicos, se planteó como objetivo evaluar la influencia del tiempo de contacto de la planta nativa *Scirpus Californicus* (Totorá) en la capacidad de remoción de Zinc y Cobre; la metodología fue experimental, ya que se realizó un estudio por duplicado durante 5, 10 y 15 días, los resultados obtenidos de remoción máxima de cobre con un 81.50% y el Zinc con una remoción de 57.50%; concluyendo que existe una relación logarítmica de tiempos de contacto de remoción de Zinc y Cobre, ya que la planta nativa *Scirpus Californicus* (Totorá) tiene una capacidad de almacenamiento de metales pesados.

Según Kouame, Maite y Oi (2016), en su artículo titulado “*La bioacumulación de metales pesados (Pb, Zn, Cd, Cu y Cr) por Jacinto de agua (Eichornia crassipes) y lechuga (Pistia stratiotes) en aguas residuales*”, investigó la problemática a la generación de aguas residuales con metales pesados en los ríos de Tailandia, planteándose como objetivo evaluar la capacidad de absorción y el factor de bioacumulación de *Eichornia crassipes* y *Pistia stratiotes* de aguas residuales contaminadas con plomo, Zinc, Cadmio, Cobre y Cromo; la metodología fue experimental ya que construyeron dos peceras de 30x 30x 30cm , en la primera se emplearon 50 plantas de *Eichhornia crassipes* y en la segunda 50 plantas de *Pistia stratiotes* de igual tamaño en 20 litros de efluentes de aguas residuales industriales durante 10 y 20 días, se tuvo como resultados las que plantas de *Eichhornia*

crassipes eliminaron 50% de Zn, Cu, Cr y Pb y las plantas *Pistia stratiotes* eliminaron 50% de Zn, Cu, Cr y Pb, la eliminación de los metales del agua fue rápida, en especial los diez primeros días. El factor de bioconcentración de Plomo, Zinc y Cobre fue más de 1000 ppm en las dos especies, el factor de translocación de Cromo, Plomo, Cobre y Zinc en el jacinto de agua fue bajo (0.07 - 0.46) excepto para Cadmio (3.35) que fue la más alta; se concluye que el en Jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) y la lechuga (*Pistia stratiotes*) son efectivas en la eliminación de Zinc Cromo, Plomo y Cobre.

Según Gonzales (2017) en su tesis titulada “*Eficacia de los micrófitos Lenteja de agua y Jacinto de agua para disminuir la concentración de Boro en las aguas minero termal de la Laguna La Milagrosa Chilca 2017*”, investigó la contaminación por metales pesados de aguas termales medicinales de la Laguna Milagrosa, se planteó objetivo principal determinar la eficacia de los micrófito Lenteja de agua y Jacinto de agua para determinar la disminución del Boro en la Laguna Milagrosa; la metodología que se empleó fue experimental ya que se basó en construir tres peceras con medidas de 20cm x 30cm x 19cm, la muestra tomada fue de 30 litros de agua de la Laguna la Milagrosa lo cual fue dividida entre las tres peceras 10 litros cada una, en la primera pecera contenía 7 Jacintos; la segunda pecera 30 gramos de Lenteja y la tercera 3 Jacintos y 3 gramos de Lenteja, por un tiempo de tres semanas. Los resultados obtenidos fueron el tratamiento de la primera pecera disminuyo 6.88mg/l de boro, la segunda pecera 26.93 mg/l de boro y la tercera con 27.41mg/l de boro, se concluye que el porcentaje de disminución de boro fue de 89.04%, lo cual se precisa que el Jacinto de agua y Lenteja de agua pueden remover otros metales.

Según Rahim y Soeprbowati (2018), en su artículo titulado “*Bioacumulación de Plomo (Pb) por Eichhornia crassipes del embalse de Batujai, en el Centro Lombok Regency-Indonesia*”, investigó la degradación de la calidad del agua y la afección a los seres vivos del embalse de Batujai en Indonesia por metales pesados; planteándose como objetivo determinar la bioacumulación de metales pesados por *Eichhornia crassipes* en el embalse de Batujai del centro Lombok Regency en Indonesia; la metodología empleada fue experimental ya que consistió en mantener a la planta Jacinto de agua mediante el enfoque de mesocosmos 1x1 usando una red y bambú en 5 sitios en el embalse de Batujae por un tiempo de 6, 18, 30 y 42 días ; los resultados fueron que en 6 días la bioacumulación de Plomo en *Eichhornia crassipes* fue de 42.11ppm, a 18 días fue de 33.83 ppm, en los 30

días fue de 19.74 ppm y a los 42 días la bioacumulación de plomo fue 9.78 ppm . Llegando a la conclusión que el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es un buen bioacumulador de Plomo.

El ingreso de los metales pesados en el agua se da mediante 3 vías: En la vía directa sucede cuando los efluentes industriales y urbanos son vertidos directamente a los cauces de los ríos. (García, 2016; pg 45); vía atmosférica por procesos antropogénicos o naturales debido a la combustión los combustibles fósiles y procesos de fundición de metales cuyas partículas se sedimentan y son emitidas al atmosfera. (Camacho.2010; pg 25), y vía terrestre, los campos de las minas contaminados con metales como consecuencia generan filtraciones de vertidos a la escorrentía superficial debido a la lixiviación de residuos y precipitación atmosférica. (Castro, 2002; pg 63).

En nuestro país la biotecnología ambiental es una herramienta muy importante para llevar a cabo la supresión de metales pesados manifestados en el agua, lo cual puede llegar a ser muy favorable ante la problemática, brindando soluciones efectivas para la anulación de los metales pesados que se encuentran en los efluentes industriales y municipales de una manera natural, reduciendo costos y aumentando la eficacia en el tratamiento , dentro de estas tecnologías limpias encontramos: la fitorremediación , la cual consiste en el uso de plantas y microorganismos destinados a la eliminación, remoción, reducción, degradación, inmovilización y volatilización o estabilización de contaminantes del agua y suelo. Ésta es una técnica rentable, prometedora y ambientalmente eficaz por lo cual una gran variedad de efluentes contaminados: aguas grises, aguas residuales industriales, escurrimientos mineros, escurrimientos agrícolas lixiviados de rellenos sanitarios y aguas subterráneas pueden ser fitorremediadas. (Abid, et al, 2018; pg 75).

Por otro lado, la fitorremediación acuática, consiste en la absorción de los metales pesados que se encuentran en el agua y su incorporación en la estructura de las plantas hidrófitas, como descontaminante del agua y a la vez que proporciona la restauración de la calidad de la misma. (Madriñan, et, al, 2017; pg 23).

Los pantanos artificiales o lagos artificiales con plantas hidrófitas depuradoras de contaminantes, se rigen en principios ecológicos, ya que los efluentes son tratados

eficazmente mediante coordinaciones de flujo de nutrientes y energía y relacionándose mutuamente las plantas hidrófitas entre los microorganismos reductores. (Sung, 2011;pg 67).

Respecto a los estudios de investigación de remoción de metales tóxicos por las plantas hidrófitas se considera como una alternativa de solución ecológica y económicamente rentable a los sistemas de fitorremediaciones hidrófitas, no solo para tratamientos de efluentes municipales sino también para tratamientos de efluentes industriales. (Covarrubias y Peña, 2019), por otro lado, las técnicas de fitorremediación se basan en mecanismos fisiológicos básicos tales como: Metabolismo, transpiración, fotosíntesis y nutrición en los microorganismos degradadores y en las plantas hidrófitas. (Velásquez, 2017;pg 75).

La absorción de metales por plantas hidrófitas se da mediante los siguientes procesos: En la fitoestabilización se usan a las plantas hidrófitas en efluentes de desechos de yacimientos mineros, componentes clorados y fenólicos para reducir la movilización de metales pesados para evitar el pase o filtración a las capas subterráneas o al atmosfera; en la fitoextracción se emplean las plantas para remover metales como Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Hg, Pb, Se y Zn, en especial en las hojas y raíces de las plantas hidrófitas; en la fitovolatilización las plantas captan y modifican metales pesados como Hg y solventes clorados y los liberan a la atmósfera con la transpiración; en fitodegradación las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxico; en la rizofiltración, se usan las raíces de las plantas para absorber, precipitar y concentrar Cadmio, Cobalto, Níquel, Plomo, Cobre, Mercurio, Selenio, Zinc, efluentes, líquidos, isotopos, fenólicos y orgánicos. (Matthies, 2010).

por otro lado, las técnicas de fitorremediacion se basan en mecanismos fisiológicos básicos tales como: Metabolismo, transpiración, fotosíntesis y nutrición en los microorganismos degradadores y en las plantas hidrófitas. (Velásquez, 2017).

Los mecanismos de remoción por las plantas hidrófitas, se da mediante procesos de quelacion, secuestro, captura y transporte, ya que son los principales mecanismos de la eliminación de los metales pesados. (Martin,2016).

La aglomeración de metales pesados en las plantas, sucede cuando ingresan en el sinoplasto de la raíz de la planta, también se pueden introducirse en el apoplasto situado en la raíz de la planta a través de un espacio entre células. (Jaramillo, Salazar et al, 2016), si los metales se han trasladado a los tejidos de las hojas entonces los metales tienen que entrar al xilema, luego el flujo de la savia transportará los metales, induciéndose en las células de las hojas, cuando los metales ingresen a los tejidos de los brotes o a los tejidos de la hoja pueden almacenarse en varios tipos de células dependiendo de las especies de las plantas hidrófitas y de la forma del metal, así transformándose en formas menos tóxicas a las plantas, a través de conversiones químicas o formaciones de complejos en especial quelatos. (Sundaralingam y Gnanavelrajah, 2018). Los metales pueden ser localizados y secuestrados en diversos compartimientos subcelulares tales como, pared celular, vacuola, citosol o pueden ser volatizados a través de las estomas. (Peer, et, al, 2015).

Por otro lado, existen 2 factores muy importantes que influyen en la remoción de metales pesados los cuales son:

El pH; es un factor muy importante en la remoción de metales ya que afecta a la movilidad y a la especiación química de los metales, los cambios de PH influyen mucho en la eliminación de metales; en la remoción de los metales de Manganeso, Hierro, Plata, Cobre y Zinc, la liberación de cationes se da en un pH ácido, es decir si se da la remoción ya que está en una forma asimilable para las plantas hidrófitas, en caso del Molibdeno las plantas no lo asimilan en un pH ácido. (Cakmak, 2017; pg 81).

La temperatura influye en la solubilidad de los metales, y también si los efluentes contienen oxígeno disuelto de forma decisiva a la distribución en su estado fisiológico de las plantas hidrófitas y su biota del sistema hidrófito, del que dependerá la respuesta frente al metal tóxico. (Langford, 1977; pg 35).

El Zinc es un metal dúctil y maleable, buen conductor de calor y electricidad; de color gris azulado su símbolo es Zn de número atómico 30 y peso atómico 65,37, cumple las siguientes funciones en las plantas, es un estabilizador de las moléculas de clorofila; cuya molécula constituye a más de 80 sistemas enzimáticos mencionando algunas: deshidrogenasas como alcohol, glutamato, malato y lactato; participando en las activaciones enzimáticas de trifosfato deshidrogenasa, aldosas y enzimas en la glicolisis, así como en los procesos de respiración y fermentación encargados del desdoblamiento del ester difosforico de la fructosa. (Taiz y Zeiger, 2018); el zinc también cumple un papel

importante en la síntesis de proteínas y conservación de auxinas, hormonas vegetales que involucran al crecimiento, es un regulador de la expresión genética.

El efecto del Zinc en las plantas causa la toxicidad debido a que están en excesas cantidades, pero en algunas especies las plantas inhiben mediante la fotosíntesis, es decir que la tolerancia de la toxicidad va depender de las especies, algunas plantas almacenas el zinc en sus vacuolas, casos extremos causa muerte a las hojas produciendo nuevos brotes y crecimiento de nuevas raíces y hojas mostrando síntomas de clorosis con la inducción de Hierro. (Marschner, 1995). El Zinc tiene efectos en el ser humano ya que esta sustancia se da de forma natural, encontrandose en muchos alimentos sobre todo en el agua potable, pero si el ser humano absorbe en grandes cantidades, puede producir pérdida de apetito, irritación de piel, anemia, llagas y erupciones cutáneas incluso puede producir malformaciones en el nacimiento. (Pérez, 2019).

La *Eichhornia crassipes*, también llamada Jacinto de agua, lila de agua o lirio acuático es una planta flotante de tallos cortos originaria de América del Sur que vive en aguas estancadas o aguas tranquilas de ciénagas, presas, micro presas, lagunas zanjas, y requiere estar bajo de sol, crecen con rapidez a temperatura de 15°C a 30°C con un pH de 6. (ZANS et al; 2004)

En la actualidad la *Eichhornia crassipes* se utiliza como fitorremediador (Salamanca et al., 2015). Por otro lado, trabajos experimentales muestran que esta planta puede ser utilizada en la remoción de organofosforados, tal es el caso del clorpirifos (insecticida) ya que tiene el potencial de remover con gran facilidad. (Anudechakul et al., 2015), comprobando que esta esta planta puede ser utilizada en beneficio de ambientes contaminados.

En diferentes estudios nos indican que esta planta hidrófita se puede desarrollar en humedales y ríos con grandes concentraciones de metales pesados tal es el caso del Cadmio, Manganeso, Cromo, Plomo, Mercurio, Níquel, Cobre Y Zinc. (Salamanca et al., 2015).

La *Schoenoplectus californicus* también llamado Junco o Totorá es una planta herbácea acuática que crece de manera silvestre o también puede ser cultivada en lagunas y zonas pantanosas naturales o artificiales, en la costa y sierra del Perú, los ecosistemas conformados por totorales albergan bastante biodiversidad de vida silvestre como: peces de agua dulce, aves migratorias y residentes, anfibios, etc. Esta planta puede llegar a medir

4 metros de altura lo cual al menos la mitad está sumergida bajo el agua; su tallo es liso, flexible, y triangular. Estas plantas ayudan en la remoción de metales pesados debido a la alta tendencia de raíces. (Delgadillo, et al, 2010).

La *Schoenoplectus californicus*, cumple un papel muy importante como fitorremediador ya que sirve de filtro para el mejoramiento de los procesos físicos y la separación de partículas (Villaroel, 2016). Además, tiene una asimilación directa de los metales y nutrientes que son incorporados y retirados a los tejidos vegetales (Frankart, et, al, 2018).

En esta tesis nos formulamos el problema: ¿Cuál es el efecto de la densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) en la remoción de Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco

Justificación del estudio

El agua acida de mina es el producto de la oxidación de los minerales primarios sulfurados, especialmente la pirita (FeS_2), estos son alterados por el agua pasando a formar sulfatos que posteriormente se precipitan como óxidos, carbonatos, etc. teniendo como resultado el ácido sulfúrico diluido y metales pesados disueltos en el agua originando así el drenaje ácido de mina. En consecuencia, si esta agua acida es vertida directamente a los ríos, riachuelos y suelos generan un impacto ambiental negativo.

La siguiente investigación se justifica debido a que se evaluara el efecto de la densidad poblacional por especie de las plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) en la remoción de Zinc en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla a nivel laboratorio, permitiendo conocer el efecto en el tratamiento de dicha agua y reducir los parámetros de Zinc que superan los límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicos Decreto Supremo N° 010 -2010 MINAM; contribuyendo a dar una posible solución ante esta problemática que aquejan al distrito de Angasmarca y comunidades aledañas.

La Hipótesis de esta investigación es; H_0 : Las plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) remueven Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco; H_1 : Las plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia*

crassipes (Jacinto de agua) no remueven Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angamarca, Santiago de Chuco.

El objetivo general de esta investigación es: Evaluar el efecto de la densidad poblacional por especie de las plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totora) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) en la remoción de Zinc presente en los efluentes de la de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angamarca, Santiago de Chuco.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- Determinar la caracterización de los efluentes de la de la minería informal de la quebrada Sacalla.
- Determinar el porcentaje de remoción de Zinc de los efluentes de la de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angamarca, Santiago de Chuco después de los tratamientos.
- Comparar la calidad de agua acida de mina con los límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicos Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación.

El diseño de esta investigación fue experimental, ya que se manipularon dos variables una independiente y otra dependiente, manipulándose la variable independiente aplicando cinco tratamientos con distinta densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* (Totora) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua). Sobre la variable dependiente (remoción de zinc) lo cual lo mostramos en la siguiente tabla:

Tabla N° 1: Diseño de la investigación

Tratamientos	% Remoción Zinc (días)		N° de Replicas
	Día 8	Día 16	
T₁	T ₁ D ₈	T ₁ D ₁₆	3
T₂	T ₂ D ₈	T ₂ D ₁₆	
T₃	T ₃ D ₈	T ₃ D ₁₆	
T₄	T ₄ D ₈	T ₄ D ₈	
T₅	T ₅ D ₈	T ₅ D ₈	

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

T₁: 50 plantas de *Schoenoplectus californicus* (Totora).

T₂: 50 plantas de *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua).

T₃: 25 plantas de *Schoenoplectus californicus*(Totora) y 25 plantas de *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua).

T₄: 10 plantas de *Schoenoplectus californicus* (Totora) y 40 plantas de *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua).

T₅: 40 plantas de *Schoenoplectus californicus* (Totora) y 10 plantas de *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua).

D₈: % de remoción de Zinc día 8.

D₁₆: % de remoción de Zinc día 16.

Luego se procedió a evaluar y determinar en el laboratorio parámetros físico-químicos de la muestra de efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco, antes y después de los tratamientos. Con este diseño, se pudo proporcionar la interpretación significativa minuciosa de los resultados que se obtuvo de los análisis a evaluar, esta investigación se procedió de la siguiente manera:



Figura N° 1: Diagrama de bloques del proceso de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Variables, operacionalización

Variable dependiente:

- Remoción de Zinc.

Variable independiente:

- Densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas: *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua).

2.2.2. Operacionalización de variable (matriz de operacionalización de variables)

Tabla N° 2: Operacionalización de variables.

Remoción de Zn de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> .						
	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Unidad	Escala de medición
Variable Independiente	Densidad poblacional de las especies <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua).	La densidad poblacional es una medida que hace referencia a la distribución de población con relación a la superficie que ocupa.	En dicho proceso se emplearon 5 densidades poblacionales de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	Densidad poblacional	N° de plantas / cm ²	De razón
Variable dependiente	Remoción de Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla.	La remoción se comprende como una capacidad de eliminar parte de la concentración de contaminantes metales que están presentes en el agua residual industrial. ROMERO, 2009).	Las aguas de la minería informal de la quebrada Sacalla fueron medidas mediante sus propiedades físico-químicas, y se logramos analizar la Ci y Cf de Zinc. Se realizó la remoción de Zinc (mg/L) presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla.	Porcentaje de disminución de Zinc $Zn = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$	%	De razón

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población, muestra y muestreo.

2.3.1. Población

La población estuvo conformada por los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco, Abril-Junio 2019.

2.3.2. Muestra

La muestra utilizada fue 300 litros de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco.

2.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo constituida por 20 litros de agua efluente de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco.

2.4. Procedimiento

El procedimiento de dicha investigación se realizó de la siguiente manera:

Etapa I: Toma de muestra para la caracterización y determinación de Zinc

Se realizó un muestreo no probabilístico, tomándose la muestra de 3 puntos de la quebrada Sacalla, siguiendo el protocolo de monitoreo de aguas superficiales, llenando la ficha de custodia con datos correctos en esta fase se tomó las muestras de agua para realizar la caracterización, luego fue llevado al laboratorio de Metalúrgica de la Universidad Nacional de Trujillo para el análisis mediante el método de ensayo espectroscopia de plasma ICP-OES los cuales serán vistos en (Anexos N° 02).

Etapa II: Toma de muestra para la remoción de Zinc y determinación de remoción.

Se recolecto 100 litros de agua de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco luego se dividirá entre 5 recipientes de 20 litros, se distribuyó las plantas en cada recipiente de acuerdo al diseño de investigación, luego se dejó dicha agua con las plantas por un periodo de 8 y 16 días, al pasar cada uno de estos días se analizaron el agua mediante el método de ensayo espectroscopia de plasma ICP-OES para observar en cuanto es el porcentaje de remoción de Zinc; todo este proceso se repetirá dos veces más.

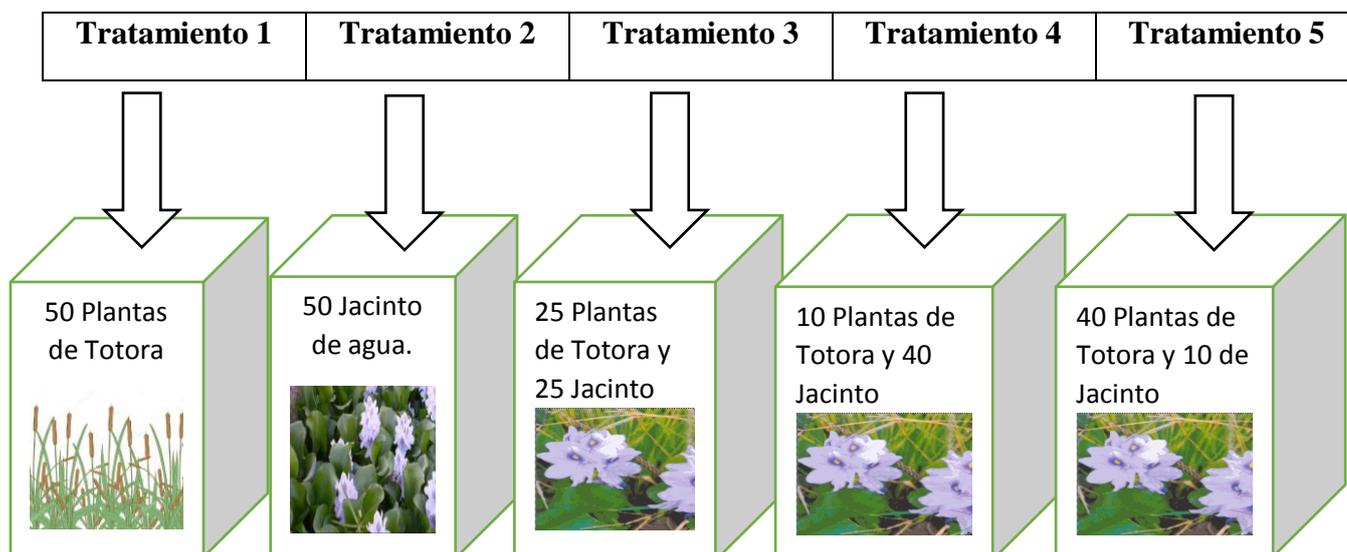


Figura N° 2: Esquema de tratamiento de los efluentes de minería informal de la quebrada Sacalla.

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1 Técnica e instrumentos de recolección de datos.

2.4.1.1. Técnica

La técnica que se utilizó fue la observación para evaluar el efecto de la densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* (Totora) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) en la remoción de Zinc en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco, esta información se anotó en una ficha de registro de observación, la razón por la que se utilizó esta técnica es debido a que la investigación es experimental en la cual se manipularon las variables.

2.4.1.2. Instrumento de recolección de datos

La recolección de datos ser realizo a través de una ficha de registro de la observación (Anexo N° 01).

2.4.2 Validez y confiabilidad

Las actividades de suma importancia en el desarrollo de dicha tesis, fue la autenticidad y verificación de los materiales y equipos utilizados, asegurando el adecuado funcionamiento y precisión, cumpliendo con las instrucciones que son dadas desde su fabricación; logrando con ello obtener resultados confiables, de lo

anterior mencionado, se toma en cuenta el uso de equipos calibrados tales el caso de: del pH-metro y el espectrofotómetro de plasma ICP-OES que se usaron en los análisis.

La investigación está basada en lineamientos de laboratorios con equipos calibrados por INACAL-ISO/IECI 17025, con la finalidad de obtener resultados de mayor confiabilidad.

Los instrumentos a utilizar son:

- Ficha de observación para el lugar.
- Ficha de registro para la toma de muestras en la zona de estudio antes del tratamiento.
- Ficha de registro de resultados después del tratamiento.

2.6. Métodos de análisis de datos

La información recolectada para el procesamiento de datos se analizó con el software STATGRAPHICS Centurión XVI.I, la prueba ANOVA de un solo factor.

Este software está diseñado para facilitar el análisis estadístico de los datos obtenidos, mediante su aplicación nos fue posible realizar un análisis estadístico, utilizando tablas que explican la distribución.

2.7. Aspectos éticos

En esta tesis no alteramos, ni degradamos el ecosistema y la vida silvestres acuática, ya que las plantas hidrófitas empleadas son silvestres e invasoras reproduciéndose rápidamente, por lo cual serviría como alternativa de solución para purificar el agua, dando paso al uso de tecnologías limpias, sin ser adulteradas genéticamente.

III. RESULTADOS

Caracterización de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla.

Tabla N° 3: Caracterización del efluente en quebrada Sacalla Abril 2019.

Elemento	Concentración (ppm)
Arsénico (As)	0.64
Cadmio (Cd)	0.03
Antimonio (Sb)	0.27
Cobalto (Co)	0.34
Cobre (Cu)	3.48
Plomo (Pb)	0.10
Zinc (Zn)	11.13
Fierro (Fe)	28.66
Manganeso (Mn)	5.15
Molibdeno (Mo)	No Detectado

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 3, muestra la caracterización de metales pesados presentes en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, donde el Zinc (Zn), sobrepasa los valores de los límites máximos permisibles para descarga de efluentes minero metalúrgicos. DS 010-2010 MINAM.

Determinación del porcentaje de remoción de Zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla.

Después de haber realizado los 5 tratamientos a los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla con plantas hidrófitas de *Schoenoplectus californicus* (Totorá) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) con 3 réplicas, se procedió a determinar el porcentaje de remoción de Zinc en 8 y 16 días, resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 4: valores de remoción de Zinc en el tiempo Mayo-Junio 2019.

Tratamientos	Replicas	Tiempo (días) de % remoción de Zinc (mg/l)	
		8	16
1	1	18.71	71.99
	2	18.35	71.28
	3	17.38	70.92
2	1	34.84	79.52
	2	32.98	76.95
	3	34.13	76.70
3	1	44.50	86.70
	2	44.86	88.30
	3	45.30	89.36
4	1	16.31	69.86
	2	14.80	67.64
	3	15.78	68.88
5	1	11.26	50.35
	2	11.70	61.88
	3	11.35	51.24

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidos los valores de nuestra variable respuesta (remoción de Zinc a los 8 días) procedimos a evaluar las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza a fin de verificar los supuestos del ANOVA. Las tablas 5 y 6 muestran los resultados obtenidos con el software Statgraphics Centurión XVI.I

Tabla N° 5: Pruebas de normalidad 8 días.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico Kolmogorov- Smirnov		0.190636

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Tabla N° 6: Verificación de varianza.

	Prueba	P-Valor
Levene's	0.591362	0.676745

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Debido a que el valor-P de la prueba Kolmogorov- Smirnov es mayor que 0.05 no se puede rechazar la idea que nuestra variable remoción de Zinc proviene de una distribución normal con un 95% de confianza; asimismo dado que el valor-P en la prueba de Levene's es mayor que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un nivel del 95% de confianza, razón por la cual podemos afirmar que se verifican los dos supuestos necesarios para realizar el análisis de varianza ANOVA.

Pruebas estadísticas para el porcentaje remoción de Zinc a los 8 días por Tratamientos de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla mediante métodos estadísticos de ANOVA de un solo factor, método de pruebas de múltiple rangos (LSD), método HSD de Tukey y el método de Duncan.

Tabla N° 7: Método ANOVA de un solo factor 8 días.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2384.22	4	596.056	1382.49	0.0000
Intra grupos	4.31147	10	0.431147		
Total (Corr.)	2388.53	14			

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

En la tabla 7 ANOVA de un solo factor se muestra la varianza del porcentaje de remoción de Zinc por tratamientos a los 8 días de los efluentes formando 2 composiciones entre grupos y dentro de grupos cuya razón f es igual a 1382.49 cuyo valor p es menor que 0,05 existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre la media del porcentaje de remoción de Zinc 0.431 entre niveles de tratamiento

con un nivel de 95% de confianza, lo cual nos quiere decir que cada tratamiento es diferente y tiene diferente porcentaje de remoción.

Tabla N° 8: Método de diferencia menos significativa (LSD) para comparar que tratamiento es el mejor.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T5 - 40 T - 10 J	3	11.4367	X
T4 - 10 T- 40 J	3	15.63	X
T1 - 50 T	3	18.1467	X
T2 - 50 J	3	33.9833	X
T3 - 25 T - 25 J	3	44.8867	X

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Tabla N° 9: Método HSD de Tukey para comparar que tratamiento es el mejor.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T5 - 40 T - 10 J	3	11.4367	X
T4 - 10 T- 40 J	3	15.63	X
T1 - 50 T	3	18.1467	X
T2 - 50 J	3	33.9833	X
T3 - 25 T - 25 J	3	44.8867	X

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Tabla N° 10: Método Duncan para comparar que tratamiento es el mejor.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T5 - 40 T - 10 J	3	11.4367	X
T4 - 10 T- 40 J	3	15.63	X
T1 - 50 T	3	18.1467	X
T2 - 50 J	3	33.9833	X
T3 - 25 T - 25 J	3	44.8867	X

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

En las tablas 8, 9 y 10 de los métodos de diferencia menos significativa (LSD), HSD de Tukey y Duncan para el % remoción de Zinc por tratamientos a los 8 días de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla se han identificado a los 5 tratamiento, de acuerdo a las alineaciones de las equis (x) en las columnas existen diferencias estadísticas, siendo el que más remueve Zinc el tratamiento 3 (25 Totora y 25 Jacintos de agua) con 44.89%. Según las densidades poblacionales por especie de las plantas por separado el que más remueve Zinc es el tratamiento 2 (50 Jacinto de agua) si se le quita 10 plantas como es en el tratamiento 4 baja la remoción de Zinc, pero si se le mezcla por densidades de especie por igual sube y entre más se disminuye la densidad poblacional va bajar la remoción.

Una vez obtenidos los valores de nuestra variable respuesta (remoción de Zinc a los 16 días) procedimos a evaluar las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza a fin de verificar los supuestos del ANOVA. Las tablas 11 y 12 muestran los resultados obtenidos con el software STATGRAPHICS Centurion XVI.I

Tabla N° 11: Pruebas de normalidad día 16.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico Kolmogorov- Smirnov		0.190636

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Tabla N° 12: Verificación de varianza.

	Prueba	P-Valor
Levene's	0.591362	0.676745

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Debido a que el valor-P de la prueba Kolmogorov- Smirnov es mayor que 0.05 no se puede rechazar la idea que nuestra variable remoción de Zinc proviene de una distribución normal con un 95% de confianza; asimismo dado que el valor-P en la prueba de Levene's es mayor que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un nivel del 95% de confianza, razón

por la cual podemos afirmar que se verifican los dos supuestos necesarios para realizar el análisis de varianza ANOVA.

Pruebas estadísticas para el porcentaje remoción de Zinc a los 16 días por Tratamientos de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla mediante métodos estadísticos de ANOVA de un solo factor, método de pruebas de múltiples rangos (LSD), método HSD de Tukey y el método de Duncan.

Tabla N° 13: Método ANOVA de un solo factor día 16.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1828.29	4	457.072	48.60	0.0000
Dentro grupos	94.0535	10	9.40535		
Total (Corr.)	1922.34	14			

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVII.I.

En la tabla 13 ANOVA de un solo factor se muestra la varianza del porcentaje de remoción de Zinc por tratamientos a los 8 días de los efluentes formando 2 composiciones entre grupos y dentro de grupos cuya razón f es igual a 48.60 cuyo valor p es menor que 0,05 existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre la media del porcentaje de remoción de Zinc 9.41 entre niveles de tratamiento con un nivel de 95% de confianza, lo cual nos quiere decir que cada tratamiento es diferente y tiene diferente porcentaje de remoción.

Tabla N° 14: Método de diferencia menos significativa (LSD) para comparar que tratamiento es el mejor.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos homogéneos
T5 - 40 T – 10 J	3	54.49	X
T4 - 10 T – 40 J	3	68.7933	X
T1 - 50 T	3	71.3967	X
T2 - 50 J	3	77.69	X
T3 - 25 T – 25 J	3	88.12	X

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVII.I.

Tabla N° 15: Método HSD de Tukey para comparar que tratamiento es el mejor.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos homogéneos
T5 - 40 T – 10 J	3	54.49	X
T4 - 10 T – 40 J	3	68.7933	X
T1 - 50 T	3	71.3967	X
T2 - 50 J	3	77.69	X
T3 - 25 T – 25 J	3	88.12	X

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

Tabla N° 16: Método Duncan para comparar que tratamiento es el mejor.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos homogéneos
T5 - 40 T – 10 J	3	54.49	X
T4 - 10 T – 40 J	3	68.7933	X
T1 - 50 T	3	71.3967	X
T2 - 50 J	3	77.69	X
T3 - 25 T – 25 J	3	88.12	X

Fuente: STATGRAPHICS Centurión XVI.I.

En las tablas 14, 15 y 16 de los métodos de diferencia menos significativa (LSD), HSD de Tukey y Duncan para el % remoción de Zinc por tratamientos (16 días) de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla se han identificado a los 5 tratamientos, de acuerdo a las alineaciones de las equis (x) en las columnas existen diferencias estadísticas significativas siendo el que más remueve Zinc el tratamiento 3(25 Totorá y 25 Jacinto) con 88.12%. Según las densidades poblacionales por especie de las plantas por separado el que más remueve Zinc es el tratamiento 2 (50 Jacinto de agua) si se le quita 10 plantas como es en el tratamiento 4 baja la remoción, pero si se le mezcla por densidades de especie por igual sube y entre más se disminuye la densidad poblacional va bajar la remoción.

IV. DISCUSIÓN

En la tabla N° 3 mostramos la caracterización de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, caracterizamos a 10 elementos químicos como Zinc, Arsénico, Cadmio Antimonio, Cobalto, Cobre, Plomo, Fierro, Manganeso y Molibdeno, detectándose la cantidad de metales en dichos efluentes en Zn (11.13 ppm), As (0.64 ppm), Cd (0.03 ppm), Sb (0.27 ppm), Co (0.34 ppm), Cu (3.48 ppm), Pb (0.10 ppm), Fe (28.66 ppm), Mn (5.15 ppm) y Mo elemento químico que no se detectó.

En comparación con el Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM de límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicos dentro de los resultado de los 10 elementos químicos caracterizados el Fierro es el elemento que presenta más alta concentración (28.66 ppm) incumpliendo con la exigencia de los LMPs, debido a que debería contener 2 ppm para su descarga en cualquier momento y 1.6 promedio anual, seguidamente tenemos al Zinc (11.13 ppm) también sobrepasando los LMPs ya que debería contener 1.5 ppm para su descarga en cualquier momento y 1.2 promedio anual. Con respecto a los demás elementos como el Arsénico, Cadmio, Cobre y Plomo también sobrepasan los LMPs pero en concentraciones menores comparados con el Fierro y Zinc. Mientras que para los elementos Antimonio, Cobalto Manganeso y Molibdeno aún no se tienen valores ni figuran dentro del Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM Límites Máximos Permisibles para descargas de efluentes líquidos minero- metalúrgicos.

De acuerdo a la tabla N° 8, 9 y 10: el porcentaje de remoción de Zinc a los 8 días de los tratamientos fueron: tratamiento 1 (50 totora) 18.15%; tratamiento 2 (50 Jacinto de agua) 33.98%; tratamiento 3 (25 totora y 25 de Jacinto de agua) 44.87%; tratamiento 5(10 de totora y 40 de Jacinto de agua) 15.63% y tratamiento 5(40 de totora y 10 de Jacinto de agua) 11.44%. De acuerdo a estos resultados obtenidos en los 5 tratamientos se evidencia la efectividad de remoción; siendo la más eficaz el tratamiento 3 que guarda similitud según la investigación que realizaron Kouame, Maite y Oi (2016).

Según Kouame, Maite y Oi (2016), donde se obtuvo como resultados las que plantas de *Eichhornia crassipes* eliminaron 50% de Zinc, Cobre, Cromo y Plomo con respecto a las plantas *Pistia stratiotes* eliminaron 50% de Zinc, Cobre, Cromo y Plomo, después de los 10 días del tratamiento. De acuerdo a esta investigación se afirma que la *Eichhornia crassipes* es una planta con potencial fitorremediador de metales pesados en general, sin embargo, esta planta tiene afinidad de remoción por algunos metales en específico tal es el caso del Zinc es por ello que al trabajar en conjunto a otra especie de planta como es en caso de nuestra investigación que se empleó la *Schoenoplectus californicus* la cual le permitió a la *Eichhornia crassipes* tener una máxima remoción de este metal.

De acuerdo a la tabla N° 14, 15 y 16: el porcentaje de remoción de Zinc a los 16 días de los tratamientos fueron: tratamiento 1 (50 totora) 71.39%; tratamiento 2 (50 Jacinto de agua) 77.69%; tratamiento 3 (25 totora y 25 de Jacinto de agua) 88.12%; tratamiento 5(10 de totora y 40 de Jacinto de agua) 68.79% y tratamiento 5(40 de totora y 10 de Jacinto de agua) 54.49%. De acuerdo a estos resultados obtenidos en los 5 tratamientos se evidencia la efectividad de remoción; siendo la más eficaz el tratamiento 3 que guarda similitud según la investigación que realizaron Chagua y Tardío (2015).

Donde la remoción Zinc por la planta nativa *Scirpus californicus* (Totora) en la comunidad de Pomachaca-Tarma, obtuvo resultados de 57.50% de remoción máxima de Zinc a los 15 días ; esta planta nativa tiene la capacidad de almacenar metales pesados pero en especial el Hierro al igual que en la investigación de Cuadrado, Vicuña y Torres (2014), donde Evaluaron la eficacia de remoción de hierro con la planta de totora, construyendo un humedal con medidas de 1mx2mx0.90m de tierra y plástico, acondicionando 80 plantas de totora en 480 litros de agua contaminada con hierro evaluando a un tiempo constante de 12 días, realizando análisis de rizo filtración, tallo sumergido y tallo aéreo cuyas plantas fueron lavadas con agua destilada con solución una de 5.00mg/l a 2.64mg/l los resultados que obtuvieron fue con tallo alto sumergido fue de 325.14mg/L, la de rizofiltración fue de 166.44mg/L y la de tallo aéreo fue de 171.30mg/L absorción de Hierro, el porcentaje de remoción de Hierro con la planta Totora en rizofiltración se llegó a un

67.20% lo cual significa que la planta absorbe más metales en sus raíces y es buen consumidor del elemento Fierro. lo cual afirma que la densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* y *Eichhornia crassipes* al trabajar juntas y en las mismas densidades obtienen su máxima remoción de Zinc; esto debido a que la *Schoenoplectus californicus* se encarga específicamente de la remoción de Fierro que se encontró en mayor concentración en los efluentes de la quebrada Sacalla; permitiendo que la *Eichhornia crassipes* remueva con mayor facilidad al Zinc.

Con respecto a la comparación de la remoción de Zinc de los tratamientos con los límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicos Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM, en los tratamientos 1,2,4 y 5 no se llegaron cumplir porque el tratamiento 1 removió 3.16 mg/l, el tratamiento 2 removió 2.6 mg/l, el tratamiento 4 removió 3.4 mg/l y el tratamiento 5 removió 4.3 mg/l; y la norma nos exige que para la descarga de efluentes de actividades minero metalúrgicas debería ser 1.5 mg/l para la descarga en cualquier momento y 1.2 mg/l promedio anual. Sin embargo, en el tratamiento 3 si se pudo cumplir con el Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM ya que los resultados obtenidos en este tratamiento están por debajo de límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicas, la cual nos exige 1.5 mg/l para la descarga en cualquier momento y 1.2 promedio anual. (ver tablas 19 y 20).

En diferentes estudios nos indican que la planta hidrófita *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) se puede desarrollar en humedales y ríos con grandes concentraciones de metales pesados como Cadmio, Manganeso, Cromo, Plomo, Mercurio, Níquel, Cobre y Zinc. (Salamanca et al.,2015)

Con respecto a los estudios de investigación de remoción de metales tóxicos por las plantas hidrófitas se considera como una alternativa de solución ecológica y económicamente rentable a los sistemas de fitorremediaciones hidrófitas, no solo para tratamientos de efluentes municipales sino también para tratamientos de efluentes industriales. (Covarrubias y Peña, 2019), por otro lado, las técnicas de

fitorremediación se basan en mecanismos fisiológicos básicos tales como: Metabolismo, transpiración, fotosíntesis y nutrición en los microorganismos degradadores y en las plantas hidrófitas. (Velásquez, 2017). Los mecanismos de remoción por las plantas hidrófitas, se da mediante procesos de quelación, secuestro, captura y transporte, ya que son los principales mecanismos de la eliminación de los metales pesados. (Martin,2016). La aglomeración de metales pesados en las plantas, sucede cuando ingresan en el sinoplasto de la raíz de la planta, también se pueden introducirse en el apoplasto situado en la raíz de la planta a través de un espacio entre células. (Jaramillo,Salazaret al,2016), si los metales se han trasladado a los tejidos de las hojas entonces los metales tienen que entrar al xilema, luego el flujo de la savia transportará los metales, induciéndose en las células de las hojas, cuando los metales ingresen a los tejidos de los brotes o a los tejidos de la hoja pueden almacenarse en varios tipos de células dependiendo de las especies de las plantas hidrófitas y de la forma del metal, así transformándose en formas menos tóxicas a las plantas, a través de conversiones químicas o formaciones de complejos en especial quelatos. (Sundaralingam y Gnanavelrajah, 2018). Los metales pueden ser localizados y secuestrados en diversos compartimientos subcelulares tales como, pared celular, vacuola, citosol o pueden ser volatilizados a través de las estomas. (Peer, et, al, 2015).

La *Schoenoplectus californicus*, cumple un papel muy importante como fitorremediador ya que sirve de filtro para el mejoramiento de los procesos físicos y la separación de partículas (Villaroel, 2016). Además, tiene una asimilación directa de los metales y nutrientes que son incorporados y retirados a los tejidos vegetales (Frankart, et, al, 2018). Al hacer la comparación con diferentes autores de diversas investigaciones sobre las plantas hidrófitas *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) y *Schoenoplectus Californicus* (Totora) concluimos que la eficiencia del tratamiento va a depender de la concentración de los metales presentes en el efluente de la minería informal quebrada Sacalla, así como también de la aplicación de diferente densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas y su afinidad de estas para dicha eliminación de metales, para así obtener un óptimo tratamiento y poder cumplir con la normativa de los Límites Máximos Permisibles para descarga de efluentes minero-metalúrgicos D.S. N° O10 – 2010 MINAM.

Las efectividad de remoción de zinc de los cinco tratamientos no son iguales, ya que presentan diferencias significativas (Ver tablas 08, 09, 10, 14, 15 y 16); pero todos estos tratamientos si llegan a remover Zinc en diferentes porcentajes, algunos en bajos porcentajes y otros en máximos porcentajes como fue el caso del tratamiento 3, donde se removi6 el mayor porcentaje de Zinc presente en el efluente de la minería informal de la quebrada Sacalla, ubicada en el distrito de Angasmarca, provincia de Santiago de Chuco, este tratamiento sería una alternativa de solución a la problemática que aqueja este distrito y comunidades aledañas. Ya que los valores que encontramos en dicho tratamiento está por debajo de los valores de los Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes minero metalúrgicas DS N° 010-2010 MINAM. Además de ser eficiente y menos costoso para su implementación y operación.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo de los objetivos y resultados obtenidos de la caracterización y realización de los tratamientos en la presente tesis, concluimos que:

- En la caracterización de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, se caracterizó a 10 elementos químicos como Zinc, Arsénico, Cadmio Antimonio, Cobalto, Cobre, Plomo, Fierro, Manganeso y Molibdeno. En el caso del Zinc que es nuestro elemento de estudio en esta presente investigación, no cumple con los límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicas Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM ya que tiene 11.18mg/l y la normativa nos exige 1.5 mg/l para la descarga en cualquier momento y 1.2 mg/l promedio anual.
- Se determinó el porcentaje de remoción de Zinc de los efluentes de la de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco después de los días 8 y 16 de haber implementado los tratamientos 1,2,3,4 y 5, siendo el más eficiente el tratamiento 3 (con 25 plantas de *Schoenoplectus californicus* (Totora) y 25 plantas de *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua), en el día 8 se obtuvo un porcentaje de remoción de Zinc de 45.30% y en el día 16 un porcentaje de remoción de Zinc de 88.12%.
- Con respecto a la comparación de la remoción de Zinc de los tratamientos con los límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicas Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM, en los tratamientos 1,2,4 y 5 no se llegaron cumplir porque el tratamiento 1 removió 3.16 mg/l, el tratamiento 2 removió 2.6 mg/l, el tratamiento 4 removió 3.4 mg/l y el tratamiento 5 removió 4.3 mg/l, mientras que en el tratamiento 3 removió 1.34 mg/l ; cumpliendo este con la normativa ya que está por debajo de límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicas Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM lo cual nos exige que los efluentes presenten 1.5 mg/l de Zinc para la descarga de efluente en cualquier momento y 1.2 mg/l de Zinc para la descarga promedio anual.

VI. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que durante los tratamientos con plantas hidrófitas, medir su pH día a día y observar las características de dichas plantas, ya que tienden a cambiar las hojas más antiguas van secándose y cayendo, pero también van naciendo nuevas hojas, nuevas plantas y continúan floreciendo.
- Las plantas hidrófitas de *Schoenoplectus californicus* (Totora) y de *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua), requieren de una iluminación intensa a luz del sol, si son colocadas bajo sombras estas tienden a cambiar de color y morir.
- Para lograr que los resultados de remoción con plantas hidrófitas de *Schoenoplectus californicus* (Totora) y de *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) estén debajo de los Límites Máximos Permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicos Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM, se recomienda dejar más tiempo para hacer una buena remoción necesaria para corroborar que pueden cumplir con lo determinado según el Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM.
- Para implementar los tratamientos se recomienda tener la caracterización de metales pesados presentes en los efluentes, para poder elegir adecuadamente las plantas hidrófitas a emplear de acuerdo a la afinidad de estas por algunos metales en específico y lograr un equilibrio entre ellas teniendo así un tratamiento eficiente y eficaz para la remoción de Zinc u otro metal que se desea estudiar.

REFERENCIAS

ABID, Ansari y SINGH, Gill Ritu. Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants. India : Springer, 2018. pág. 366. Vol. 6.

RAHIM, Tri y SOEPROBOWATI, Lux. Bioaccumulation of lead (Pb) by the common water hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) solms in Batujai reservoir, central Lombok regency, Indonesia. Indonesia Universidad. Indonesia : s.n., 2018, Research Gate, Vol. 1, pág. 11.

CAKMAK, I. Zinc para la Producción Global Sustentable de Cultivos y mejores Dietas Nutricionales. Mexico : Conferencia del Curso Internacional de Nutrición de Cultivos. Intagri., 2017.

CAMACHO, Alan. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. [ed.] Nelson Antequera Duran. Bolivia : s.n., 2010. pág. 69. Vol. 1.

CASTRO, Jose y MONROY, Manuel. Parámetros Geológicos de Protección Ambiental, Geoquímica, Minería y Medio Ambiente. [ed.] INGEMMET – Perú. San Luís de Potosí : UNESCO, 2002.

COVARRUBIAS, Sergio y PEÑA, Juan. Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación. 1, Mexico : Editorial del Centro de Ciencias de la Atmósfera, 2019, Vol. 35. ISBN 0188-4999.

VELÁSQUEZ, Johana. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. 1, Colombia : Dialnet, 2017, Vol. 8, págs. 151-167. ISBN 2145-6453.

GARCIA, Julia. Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y aguas. urrialba : 1, 2016, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

CRUZ, Lucia. Contaminacion en el rio Huallaga va de moderado a severo. Diario El Correo. 23 de octubre de 2014, 1, pág. 1.

MINAM. 2010. Decreto supremo N° 010-2010-MINAM. Lima : El Peruano, 2010, Vol. 1, pág. 4. ISSN 4241-14.

EDUARDO, Taiz y LINCOLN, Zeiger. Plant Physiology. EE. UU : Sinauer Associates, 2018. págs. 609 -625. Vol. III. ISBN: 0878938230.

CUADRADO, Walter, VICUÑA ,Carmela Y TORRES, Elmer. Evaluacion de la planta *Scirpus Californicus* (Totorá) en la eficiencia de la remocion de Fierro en un prototipo de humedal construido de un flujo superficial. [ed.] Prospectiva universitaria. 12, Tarma : ResearchGata, 11 de Diciembre de 2014, Vol. 11, págs. 42-48. 1190-2409.

GONZALES, Elmer. Eficacia de los macrofitos Jacinto y Lenteja de agua para disminuir la concentracion del Boro, en las aguas minero termales de la Laguna Milagrosa Chilca-2017. (Tesis para obtener titulo de Ingeniero Ambiental)Ingenieria, Universidad Cesar Vallejo. Lima : Repositorio.ucv.edu.pe, 2017. pág. 97.

JARAMILLO, Mariuxi y FLORES, Edison. Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (Lenteja de agua), y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera. departamentode quimica, Tesis (Tesis para obtener el Título de Ingeniero Ambiental) Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador-Cuenca : s.n., 2012. pág. 128.

JARAMILLO, Salazar, et al. Manejo de macrófitas acuáticas en la acumulación y transformación de cianuro producto del beneficio del oro en la mina la coqueta. Colombia : Boletín Científico, 2016. 2462-8190 .

MADRIÑÁN, Santiago, RIAL, Anabel , BEDOYA, Ana María y FERNÁNDEZ, Lucero. Plantas acuáticas de la Orinoquia Colombiana. Bogota : Uniandes, 2017. 581-760-012.

KRUATRACHUE, Maleeya, KUNAPORN, Homyok y POKETHITIYOOK, Prayad. Removal of Cadmium and zinc by water hyacinth, eichhornia crassipes. Department of biology, hubei university. China : Science Asia, 2004. pág. 60.

MARTIN, Isaura. Depuración de aguas con plantas emergentes. Madrid : Ciudad Universitaria. 28040 Madrid, 2016. ISBN 456-786-321.

MATTHIES, Romy et al. Performance of a passive treatment system for net acidic coal mine drainage over five years of operation. china : science of the total environment, 2010. págs. p. 4877-4885. Vol. Vol. 408.

SUNDARALINGAM, N y GNANAVELRAJAH, T. Phytoremediation Potential of selected plants for nitrate and phosphorus from ground water. EE.UU : International Journal of Phytoremediation, 2018.

PÉREZ, Orelvis. 2019. Methods of assessment of Zinc status in humans. Francia : a systemic review, 2019. ISSN 1029-3027.

PEER, Wendy, RICHARDS, Elizabeth, y FREEMAN, John. Phytoremediation and Hyperaccumulator plants. 1, Canada : ResearchGate, 15 de noviembre de 2015, ResearchGate, Vol. 6, pág. 40.

SUNG Ahn, Joo et al. An engineered cover system for mine tailings using a hardpan layer. China : Journal of Hazardous Materials, 2011. págs. p. 153-160. Vol. Vol. 197.

KHOSRAVI J. Mechanism of Zinc adsorption on soil constituents en Biogeochemistry of trace metals, 2015. págs. 401-428.

LANGFORD, K. L. y O'SHAUGHNESSY, P. J. Some effects of forest change on water values. Australian Forestry, 2017, 40(3), págs. 192-218.

VILLARROEL, G. Evaluación del efecto del tratamiento con plantas acuáticas en la remoción de indicadores de contaminación en aguas residuales domésticas, 2016. Bogotá: Universidad Javeriana.

VOLESKY, B. y NAJA, G. The Mechanism of Metal Cation and Anion, 2011. Biosorption. Microbial Biosorption of Metals, págs. 19-58.

VON SOTHEN, F. The heavy metal input on farmland: an indicator for a sustainable agriculture system, 2018. Nitra/Slovakia, págs. 10-16.

OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental). 2014. Fiscalización ambiental en aguas residuales. Lima, Perú, p. 16.

POVEDA, R. Evaluación de especies acuáticas flotantes para la fitorremediación de aguas residuales industrial y de uso agrícola previamente caracterizadas en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, 2014. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato, p. 15-18.

ROMERO, L., RAMÍREZ, F., ÁLVAREZ, C. Y MIRANDA, M. Uso de Hidrófitas y un sistema anaerobio para el tratamiento de agua residual de Rastro. 2015 México. Polibotánica, p.157-167.

SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental). 2014. Cifras ambientales 2014. Lima, Perú, p. 07.

STANDARD. Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1995. American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation. Washington, DC, USA.

VALDERRAMA, L.; CAMPOS, C. Y VELANDIA, S. Evaluación del efecto del tratamiento con plantas acuáticas (*E. crassipes*, *Lemna* sp y *L. Leavigatum*) en la remoción de indicadores de contaminación fecal en aguas residuales domésticas. 2017. Bogotá, Colombia. Seminario Internacional sobre Métodos para el Tratamiento de Aguas Residuales, p. 193-201.

VALDERRAMA, L. Las plantas acuáticas una alternativa para el tratamiento de aguas residuales. Bogotá, Colombia. Unidad de Saneamiento y Biotecnología Ambiental. 2015, págs.3-7.

VALERO, M. Aplicación Tecnológica de las macrófitas a la depuración de aguas residuales con la ayuda de microorganismos. 2016 Bucaramanga, Colombia. Universidad Industrial de Santander, p.42.

LIND T, LONNERDAL B, STENLUND H, et al. A community-based randomized controlled trial of iron and Zinc supplementation in Indonesian infants. Effects on growth and development. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: págs. 729-36.

ANEXOS

Anexo N° 01: Ficha de observación

Tabla N° 17: Instrumentos

Ficha de observación	
Tesis	Remoción de Zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales.
Investigador (es)	Ponce Arteaga, Yanela Alexandra; Quispe Llaure Rocío Del Pilar
Tiempo de la tesis	5 meses
Lugar de realización de la tesis	Laboratorio de la Universidad César Vallejo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18: Análisis de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla antes del tratamiento.

Análisis	Concentración de Zinc (mg/l)	pH
Muestra en blanco	11.28	2.87

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19: Resultados de remoción de Zinc a los 8 días.

Variable dependiente	Tratamiento	Aplicación de plantas hidrófitas	Replicas	Fecha	Hora	pH	Remoción Zinc (mg/l)	% Remoción Zinc
						Día 8	Día 8	Día 8
Remoción de Zinc	1	50 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora)	1	30/05/19	11.00am	4.08	9.17	18.71
			2	30/05/19	11.00am	4.06	9.21	18.35
			3	30/05/19	11.00am	4.1	9.32	17.35
	2	50 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	30/05/19	11.00am	4.14	7.35	34.84
			2	30/05/19	11.00am	5.01	7.56	32.98
			3	30/05/19	11.00am	4.33	7.43	34.13
	3	25 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y 25 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	30/05/19	11.00am	6.33	6.26	44.50
			2	30/05/19	11.00am	4.04	6.22	44.86
			3	30/05/19	11.00am	4.19	6.17	45.30
	4	10 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y 40 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	30/05/19	11.00am	4.53	9.44	16.31
			2	30/05/19	11.00am	4.34	9.61	14.80
			3	30/05/19	11.00am	4.1	9.5	15.78
	5	40 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y 10 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	30/05/19	11.00am	4.21	10	11.26
			2	30/05/19	11.00am	4.52	9.96	11.70
			3	30/05/19	11.00am	4.49	10	11.35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20: Resultados de remoción de Zinc a los 16 días.

Variable dependiente	Tratamiento	Aplicación de plantas hidrófitas	Replicas	Fecha	Hora	pH	Remoción Zinc (mg/l)	% Remoción Zinc
						Día 16	Día 16	Día 16
Remoción de Zinc	1	50 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totorá)	1	07/07/19	16.00pm	6.08	3.16	71.99
			2	07/07/19	16:00pm	6.1	3.24	71.28
			3	07/07/19	16.00pm	6	3.28	70.92
	2	50 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	07/07/19	16:00pm	6.13	2.31	79.52
			2	07/07/19	16.00pm	6.23	2.6	76.95
			3	07/07/19	16:00pm	6.3	2.64	76.60
	3	25 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totorá) y 25 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	07/07/19	16.00pm	6.5	1.5	86.70
			2	07/07/19	16:00pm	6.43	1.32	88.30
			3	07/07/19	16.00pm	6.39	1.2	89.36
	4	10 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totorá) y 40 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	07/07/19	16:00pm	6.03	3.4	69.86
			2	07/07/19	16.00pm	6.2	3.65	67.64
			3	07/07/19	16:00pm	6.14	3.51	68.88
	5	40 plantas de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totorá) y 10 plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	1	07/07/19	16.00pm	5.82	5.6	50.35
			2	07/07/19	16:00pm	5.91	4.3	61.88
			3	07/07/19	16.00pm	5.78	5.5	51.24

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 3: Tabla N° 21: Matriz de consistencia.

Remoción de Zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> .				
Autor (es): Ponce Arteaga, Yanela Alexandra Quispe Llaure, Rocío del Pilar				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Formulación del problema	Objetivo general		Variable independiente	Tipo de investigación: Aplicada
¿Cuál es el efecto de la densidad poblacional por especie de plantas hidrófitas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Eichhornia Crassipes</i> (Jacinto de agua) en la remoción de Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco	- Evaluar el efecto de las plantas hidrófitas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Eichhornia Crassipes</i> (Jacinto de agua) en la remoción de Zinc presente en los efluentes de la de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco.	H₀ : Las plantas hidrófitas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua) remueven Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco.	Densidad poblacional por especie de Plantas hidrófitas: <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua).	Nivel de investigación: Explicativa
	Objetivos específicos			Método: Deductivo
	-Determinar la caracterización de los efluentes de la de la minería informal de la quebrada Sacalla.	-Determinar el porcentaje de remoción de Zinc presente de los efluentes de la de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco después de los tratamientos.	H₁ : Las plantas hidrófitas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Eichhornia crassipes</i> (Jacinto de agua) no remueven Zinc presente en los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla, Angasmarca, Santiago de Chuco	Remoción de Zinc.
-Comparar la calidad de agua acida mina con los límites máximos permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicos Decreto Supremo N° 010 – 2010 MINAM.		Población: efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla.		
				Muestra: 300 litros de efluentes de ácidos de la minería informal de la quebrada Sacalla.
				Técnicas: Observación – análisis documental.
				Instrumentos: Guía de mediciones – ficha de registro de datos
				Indicadores: <ul style="list-style-type: none"> Remoción de Zinc (mg/l).

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 4: Tabla N° 21: Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades minero-metalúrgicos, DS: N° 010-2010 MINAM.

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el promedio anual
pH		6-9	6-9
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2

Fuente: MINAM.

Tabla N° 22: Límites Máximos Permisibles comparado con los resultados de análisis por ICP barrido de metales presentes en los efluentes de la quebrada Sacalla.

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el promedio anual	Resultados
pH		6-9	6-9	2,87
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2	11,13

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 3: Georreferencia de puntos de muestreo de la quebrada Sacalla.



Coordenadas UTM quebrada Sacalla

Punto de muestreo	Latitud	Longitud
A	-8.127035 UTM	-78.018252 UTM
B	-8.122472 UTM	-78.018939 UTM
C	-8.119033 UTM	-78.018872 UTM

Fuente: GEODIR.

ANEXO N° 5: Panel fotográfico de la elaboración de la tesis.

Figura N°: 4, 5, 6 y 7: Recolección de los efluentes de la minería ilegal de la quebrada Sacalla 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 5: Medición de pH de los efluentes de la minería ilegal de la quebrada Sacalla antes del tratamiento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 6: Medición de pH de efluentes de la minería ilegal de la quebrada Sacalla después del tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 7: Recolección de las plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* (Totora) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua), 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 8: Repartición de 20 litros de agua acida de la quebrada Sacalla en los recipientes, 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 9: Adecuación de las plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* (Totora) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) en los efluentes de la quebrada Sacalla, 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 10: Plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* (Totora) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) a los 8 días de tratamiento, 2019.



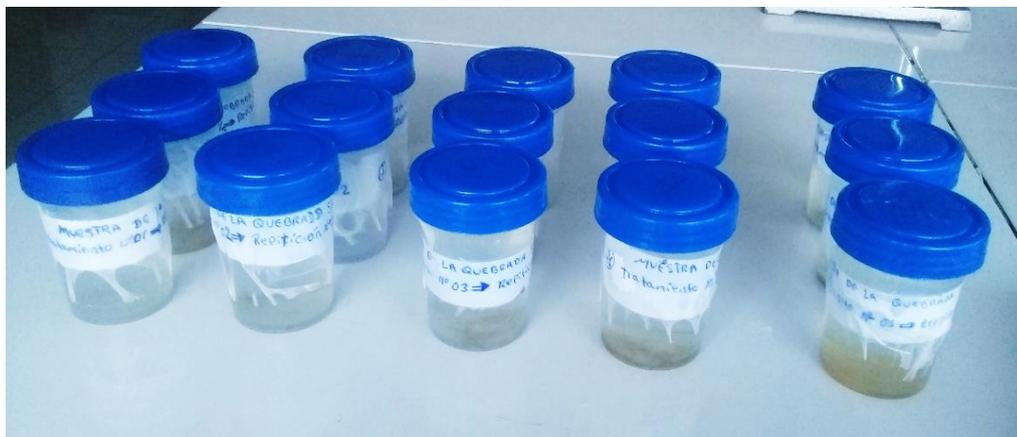
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 11, 20 y 21: Plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* (Totora) y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) a los 16 días de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 12: muestras de agua para ser procesadas.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13: Certificados de los análisis de caracterización de los metales.



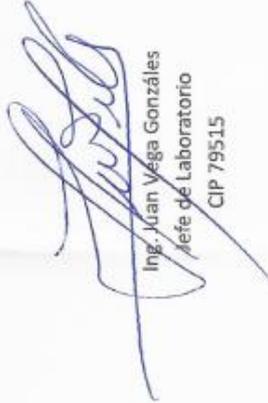
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

<p>Solicitado por Código de muestra Muestras recibidas Asunto Características y condiciones Fecha de recepción</p>	<p>QUISPE LLAURE ROCIO M-AGUA 1 Análisis Químico BOTELLA DE PLÁSTICO 06/05/2019</p>	<p>RESULTADOS</p>
--	---	-------------------

Método	ME OES	ICP-OES	ME ICP-OES	ME OES	ICP-OES									
Elemento	As	Cd	Sb	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Mo					
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm					
M-AGUA	0.64	0.03	0.27	3.48	0.10	11.13	28.66	5.15	ND					

Método de ensayo
ICP-OES:
ND: NO DETECTADO
Fecha de emisión de reporte: **miércoles, 08 de mayo de 2019**



Ing. Juan Vega Gonzáles
Jefe de Laboratorio
CIP 79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Telf. 206295

Figura N° 14: Certificados de los análisis de remoción de zinc de los 8 días.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES



CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Solicitado por **PONCE ARTEAGA YANELA**
QUISPE LLAURE ROCIO
 Código de muestra **M-1**
 Muestras recibidas **1**
 Asunto **Análisis Químico**
 Características y condiciones **BOLSA SIN LACRAR**
 Fecha de recepción **30/05/2019**

RESULTADOS

METODO	ICP-OES
UNIDADES	pmm
ELEMENTO	Zn
1	9.17
2	9.21
3	9.32
4	7.35
5	7.56
6	7.43
7	6.26
8	6.22
9	6.17
10	9.44

METODO	ICP-OES
UNIDADES	pmm
ELEMENTO	Zn
11	9.61
12	9.5
13	10.01
14	9.96
15	10
16	11.28

Método de ensayo: ICP-OES

Fecha de emisión de reporte:

martes, 04 de junio de 2019

Ing. Juan Vega
González

Jefe de Laboratorio
 CIP 79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Telf. 208295

Figura N° 15: Certificados de los análisis de remoción de zinc de los 16 días.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES



CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Solicitado por	PONCE ARTEAGA YANELA QUISPE LLAURE ROCIO
Código de muestra	en descripción
Muestras recibidas	15
Asunto	Análisis Químico
Características y condiciones	BOLSA SIN LACRAR
Fecha de recepción	10/06/2019

RESULTADOS

METODO	ICP-OES
UNIDADES	pmm
ELEMENTO	Zn
1	3.16
2	3.24
3	3.28
4	2.31
5	2.6
6	2.64
7	1.5
8	1.32
9	1.2
10	3.4

METODO	ICP-OES
UNIDADES	pmm
ELEMENTO	Zn
11	3.65
12	3.51
13	5.6
14	4.3
15	5.5

Método de ensayo: ICP-OES

Fecha de emisión de reporte:

viernes, 14 de junio de 2019

Ing. Juan Vega
 González
 Jefe de
 Laboratorio
 CIP 79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Telf. 208295

ANEXO N° 5: Certificados de validez de instrumentos aprobados por expertos.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Ing. Isidoro Valderrama Ramos.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestro saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el título de Ingeniero ambiental.

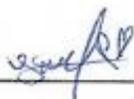
El título de nuestro proyecto de investigación es: "Remoción de Zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* y *Eichhornia Crassipes*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

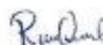
- Carta de presentación.
- Matriz de consistencia.
- Matriz de operacionalización de las variables.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Firma
Ponce Arteaga, Yanela
D.N.I: 76965075



Firma
Quispe Laure, Rocío
D.N.I: 72091188

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

Nº	Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Carta de presentación	X		X		X		
2	matriz de consistencia	X		X		X		
3	matriz de observación de V.	X		X		X		
4	Fecha de observación	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sí No

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Mg / Dr.: Gerardo Valderama DNI:

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Trujillo, Abril de 2019

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Ing. Misael Gonzales Villacorta.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestro saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el título de Ingeniero ambiental.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "Remoción de Zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* y *Eichhornia Crassipes*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de consistencia.
- Matriz de operacionalización de las variables.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma
Ponce Arteaga, Yanela
D.N.I: 76965075



Firma
Quispe Llaure, Rocío
D.N.I: 72091188

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Dr. José Félix Rivero Méndez.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestro saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaré el título de Ingeniero.

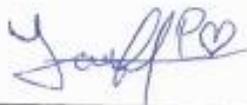
El título de nuestro proyecto de investigación es: "Remoción de Zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas *Schoenoplectus Californicus* y *Eichhornia Crassipes*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de consistencia.
- Matriz de operacionalización de las variables.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Firma
Ponce Arteaga, Yanela
D.N.I: 76965075



Firma
Quispe Laure, Rocío
D.N.I: 72091188

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Carta de presentación	x		x		x		
2	matriz de consistencia y	x		x		x		
3	matriz de operacionalización de V. ficha de observación	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si [] No []

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Misael Villacorta Gonzales

DNI: 18004018

Especialidad del validador: ING. QUÍMICO CIP N° 34428

Trujillo, Abril de 2019

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



 Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Carta de Presentación	X		X		X		
2	Matriz de Consistencia	X		X		X		
3	Matriz de operacionalización de V. Ficha de observación	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si [] No []

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: RIVERA MENDOZA José Félix DNI: 1.78.593.28

Especialidad del validador: ING. Químico

Trujillo, Abril de 2019

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante