

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Efecto de la rizofiltración con las plantas eichhornia crassipes y
quisetum ramosissimum en la disminución de la contaminación
biológica de agua del río Cayrán”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Valverde Vega, Brucee Lee

ASESOR: Bonifacio Munguia, Jonathan Oscar

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43974087

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46378040

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-3013-8532

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
3	Vasquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 08 del mes de abril del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

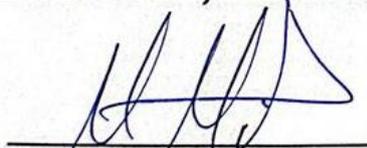
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Presidente)
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Secretario)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Vocal)

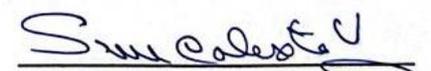
Nombrados mediante la **Resolución N° 0510-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE LA RIZOFILTRACIÓN CON LAS PLANTAS *Eichhornia Crassipes* Y *Equisetum Ramosissimum* EN LA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA DE AGUA DEL RÍO CAYRÁN"**, presentado por el (la) Bach. **VALVERDE VEGA, BRUCEE LEE**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

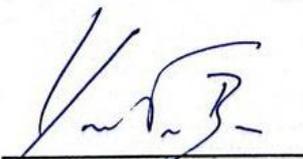
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) ~~Aprobado Por Unanimitad~~ con el calificativo cuantitativo de ~~13~~... y cualitativo de ~~Suficiente~~... (Art. 47)

Siendo las ~~4:15~~... horas del día ~~08~~... del mes de ~~Abril~~... del año ~~2025~~..., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Presidente


Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas
DNI: 22471306
ORCID: 0000-0002-5114-4114
Secretario


Mg. Yasser Vasquez Baca
DNI: 42108318
ORCID: 0000-0002-7136-697X
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: BRUCEE LEE VALVERDE VEGA, de la investigación titulada "Efecto de la rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum en la disminución de la contaminación biológica de agua del río Cayrán", con asesor(a) JONATHAN OSCAR BONIFACIO MUNGUÍA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 346-2020-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 16 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 13 de marzo de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

51. Valverde Vega, Brucee Lee.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

4

Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes

Trabajo del estudiante

<1%

5

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO

D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios por brindarme buena salud física y mental para el libre desarrollo de mis actividades académicas.

A mi madre por creer en mis capacidades y por brindarme la confianza en que puedo lograr muchos objetivos en mi vida personal, académica y profesional.

A mis familiares por brindarme incentivos morales para nunca desfallecer y siempre seguir adelante, por cuidar de mí desde mi etapa infantil, incluso ahora siguen preocupándose por mi bienestar.

A todos mis amigos que siempre han estado allí para brindarme su cariño y su comprensión, aun en momentos difíciles me brindaron ánimos para no rendirme y continuar adelante.

A todos y cada uno de ellos quiero dedicarles este logro que es fruto de un esfuerzo mancomunado.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a Dios por darme las fuerzas y las energías para continuar esforzándome día a día en este largo camino académico y a la vez por iluminarme en los momentos más difíciles que muchas veces me tocó vivir, es gracias a su voluntad que estoy en el ocaso de la carrera universitaria para continuar navegando hacia el futuro con sabiduría.

A mi madre por darme la vida, por darme una educación sólida, con principios y valores humanos, quiero agradecerle por forjar en mí los cimientos para llegar a ser un hombre de bien, por tomar decisiones muy duras en ocasiones, pero justas, gracias a sus enseñanzas estoy aquí demostrando en su conjunto todo lo que me inculcó, siempre estarás presente en mi mente y en mi corazón

Mis agradecimientos a los ingenieros Héctor Zacarias y Oscar Bonifacio catedráticos de la Universidad de Huánuco por compartir con nosotros sus amplios conocimientos teóricos y prácticos en el rubro de la investigación científica y gracias a ellos pude lograr el desarrollo de este proyecto de investigación.

A los catedráticos que ejercieron el importante rol de jurados en la evaluación, que permitieron llevar este proyecto de tesis a niveles muy altos permitiendo competir con proyectos de cualquier parte del Perú.

Agradecimientos especiales a la Universidad De Huánuco por forjar profesionales competitivos que a su vez nos brinda la capacidad de estar a la vanguardia en el mercado actual, por su amplia dedicación y disposición en ofrecer los medios necesarios para nuestra preparación académica.

A mis amigos que me brindaron su ayuda en la recolección de información para lograr un mejor resultado en este proyecto a todos ellos un sincero agradecimiento por brindarme las facilidades del caso, siempre estarán en mis memorias.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	X
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	18
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	27
2.2.1. CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA EN CUERPOS DE AGUA....	27
2.2.2. CUENCA HIDROGRÁFICA	28
2.2.3. RÍOS PRINCIPALES Y TRIBUTARIOS (SECUNDARIOS)	29

2.2.4. MICRO FAUNA Y MACRO FAUNA DE RÍOS.....	31
2.2.5. INTERRELACIONES ECOLÓGICAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	32
2.2.6. BACTERIAS	33
2.2.7. CLASIFICACIÓN DE BACTERIAS	34
2.2.8. CONTAMINACIÓN BACTERIANA ACUÍFERA	35
2.2.9. IMPACTOS AMBIENTALES CONTAMINACIÓN BACTERIANA	35
2.2.10. IMPACTO DE LAS BACTERIAS SOBRE LA SALUD HUMANA.....	35
2.2.11. RIZOFILTRACIÓN.....	36
2.2.12. FENOLOGÍA.....	38
2.2.13. EQUISETUM RAMOSISSIMUM	39
2.2.14. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ECA.....	40
2.2.15. ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA	40
2.2.16. AGUAS DE CATEGORÍA 3	40
2.2.17. AGUAS RESIDUALES.....	42
2.2.18. AGUAS SUPERFICIALES	42
2.2.19. TRATAMIENTO DE UN MEDIO ACUÁTICO	43
2.2.20. EFLUENTES.....	43
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	43
2.4. HIPÓTESIS.....	45
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	45
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS	45
2.5. VARIABLES	45
2.5.1. INDEPENDIENTE.....	45
2.5.2. DEPENDIENTE	45
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	46
CAPÍTULO III.....	47
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	47
3.1.1. ENFOQUE.....	47
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	47

3.1.3. DISEÑO	47
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.2.1. LUGAR PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	48
3.2.2. CLIMA.....	48
3.2.3. RELIEVE	49
3.2.4. PRECIPITACIÓN	49
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	49
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	49
3.3.2. PARA EL MONITOREO.....	50
3.3.3. PROTOCOLO DE RECOLECCIÓN Y DESARROLLO.....	51
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	53
CAPÍTULO IV	54
RESULTADOS	54
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	54
4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS...81	
CAPÍTULO V	95
DISCUSION DE RESULTADOS.....	95
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándares de calidad ambiental para agua	
Parámetros	41
Tabla 2 Efecto de la rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> en la disminución de la contaminación biológica de las aguas del Río Cayán.....	46
Tabla 3 Diseño	47
Tabla 4 Coordenadas geográficas	48
Tabla 5 Monitoreo.....	50
Tabla 6 Técnicas para el procesamiento y análisis de información.....	53
Tabla 7 Muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1	55
Tabla 8 Muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1	57
Tabla 9 Muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2.....	58
Tabla 10 Muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2.....	59
Tabla 11 Muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3	61
Tabla 12 Muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3	64
Tabla 13 Muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4	65
Tabla 14 Muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4	67
Tabla 15 Parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia Crassipes</i> y <i>Equisetum Ramosissimum</i>	69
Tabla 16 Parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia Crassipes</i> y <i>Equisetum Ramosissimum</i>	74

Tabla 17 Parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum	78
Tabla 18 Pruebas de normalidad	81
Tabla 19 Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk.....	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Coeficiente de correlación de Pearson	83
Figura 2 Diagrama de dispersión, relación entre Sólidos Totales Suspendidos y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimun.....	83
Figura 3 Diagrama de dispersión, relación entre Turbidez y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimun.....	84
Figura 4 Diagrama de dispersión, relación entre pH y función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimun	85
Figura 5 Diagrama de dispersión, relación entre Temperatura y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimun.....	86
Figura 6 Diagrama de dispersión, relación entre Conductividad y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimun.....	87
Figura 7 Cleficiente de Correlación de pearson	88
Figura 8 Coeficiente de correlación de Pearson	89
Figura 9 Diagrama de dispersión, relación entre Demanda Química de Oxígeno y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimun.....	90
Figura 10 Coeficiente de correlación de Pearson	91
Figura 11 Diagrama de dispersión, relación entre Coliformes fecales y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimun	92
Figura 12 Diagrama de dispersión, relación entre Escherichia Coli y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimun.....	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1	57
Gráfico 2 Muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2.....	60
Gráfico 3 Muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3	63
Gráfico 4 Muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4	66
Gráfico 5 Parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum	70
Gráfico 6 Parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum	75
Gráfico 7 Parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum	79

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Corte transversal de un río.....	30
Imagen 2 Microfauna	31
Imagen 3 Paiche.....	32
Imagen 4 Bacterias.....	34
Imagen 5 Eichhornia Crassipes	38
Imagen 6 Equisetum Ramosissimun.....	39

RESUMEN

El uso de la Rizofiltración con plantas es una práctica que va cobrando fuerza en estos tiempos modernos sobre todo para tratar aguas contaminadas en diferentes niveles a pesar de ello aún no es muy aplicado en su totalidad debido a que no hay información suficiente disponible y existe un gran vacío en hallar las plantas adecuadas para el uso de la rizofiltración. Por lo tanto, en el presente trabajo de investigación se tuvo como **objetivo** disminuir la contaminación bacteriana del caudal de un río ubicado en el distrito de Cayran mediante el uso de dos especies de plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, se utilizó una **metodología** prospectiva, analítica con intervención y longitudinal, durante el proceso se realizaron monitoreos de la calidad del agua en dos puntos que fueron metros antes del proyecto y metros después del proyecto para evaluar la efectividad de las plantas, estas fueron sujetadas a través de cuerdas resistentes para que las plantas se mantengan en el lugar deseado sin que el caudal las desplace, las muestras que se tomaron fue por duplicado siguiendo las normas estandarizadas para monitoreo de aguas superficiales y en los horarios que se señalan siendo entre 7 de la mañana y 10 de la mañana; ambas plantas fueron plantadas al mismo tiempo para garantizar su crecimiento y efecto sinérgico, todo esto en un tramo de 50 metros.

Con este método de descontaminación los **resultados** de laboratorio demostraron que las plantas sí disminuyen la contaminación bacteriana en un porcentaje moderado mejorando así la calidad del agua de río, con estos resultados confiables se pudo **concluir** que la rizofiltración con dos especies de plantas es efectiva y extrapolable porque van a potenciar sus propiedades físicas para disminuir los niveles de contaminación bacteriana que existen en los cuerpos de agua.

Palabras clave: Rizofiltración, contaminación biológica, río tributario, Equisetum Ramosissimum, Huánuco, aguas residuales.

ABSTRACT

The use of Rhizofiltration with plants is a practice that is gaining strength in these modern times, especially to treat contaminated water at different levels, although it is still not widely applied in its entirety because there is not enough information available and there is a big gap in finding the right plants for the use of Rhizofiltration. Therefore, in this research work the objective was to reduce the bacterial contamination of the flow of a river located in the district of Cayran through the use of two species of plants *Eichhornia Crassipes* and *Equisetum Ramosissimum*, a prospective, analytical methodology was used. . with intervention and longitudinal, during the process water quality monitoring was evaluated at two points that were meters before the project and meters after the project to evaluate the effectiveness of the plants, these were held through resistant ropes so that the plants are kept in the desired place without being displaced by the flow, the samples that were taken were taken in duplicate following the standardized norms for monitoring surface waters and at the times indicated, being between 7 in the morning and 10 in the morning; Both plants were planted at the same time to guarantee their growth and the same synergistic effect, all this in a 50-meter stretch.

With this decontamination method, the laboratory results demonstrated that plants do reduce bacterial contamination by a moderate percentage, thus improving the quality of river water. With these reliable results, it was possible to conclude that rhizofiltration with two species of plants is effective and extrapolable because they will enhance their physical properties to reduce the levels of bacterial contamination that exist in bodies of water.

Keywords: Rhizofiltration, biological contamination, tributary river, *Equisetum Ramosissimum*, Huánuco, wastewater.

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es una preocupación mundial en la actualidad debido a que las fuentes de aguas superficiales que son aptos para el consumo humano se encuentran contaminados en diferentes niveles (IANAS, 2019), por ello ejecutamos este proyecto en el río Cayrán ubicado en el distrito del mismo nombre situado en el departamento de Huánuco para ello se utilizó la Rizofiltración con dos plantas que en su conjunto potencian su efecto reductor de contaminantes biológicos; a través de los estudios previos realizados, la contaminación biológica se incrementa con las descargas de aguas residuales sobre los ríos que atraviesan ciudades, es por ello que se requiere buscar cada vez nuevas formas de tratar esta problemática medioambiental, este proyecto tiene el propósito principal de disminuir la contaminación biológica en el río Cayrán, también se busca normalizar varios parámetros físicos y químicos en el río mencionado, por tal motivo este proyecto sigue los métodos científicos siendo así aplicable a diferentes realidades y en diferentes lugares, durante la ejecución del proyecto se realizó plantaciones de *Equisetum Ramosissimum* en la orilla del río y *Eichhornia Crassipes* sobre el caudal, sujeto a cordeles de nylon para evitar su arrastre por las aguas del río; algunos de los instrumentos que utilizados son los estándares de calidad del agua (ECA PARA AGUA) donde se dictan normas y características que deben cumplir las aguas superficiales para que sea apto para su uso, el DECRETO SUPREMO Nro 004-2017-MINAM en la que se indican los parámetros para obtener agua de diferentes categorías y sus posibles usos recomendado, el enfoque que tiene este proyecto es cuantitativo por lo cual usó la estadística para el análisis de la información y los datos que se obtuvieron en el laboratorio.

En el presente trabajo de investigación se muestra la problemática medioambiental por la que atraviesan las aguas de los ríos tributarios, los objetivos a alcanzar, así como el motivo y la viabilidad del proyecto, se muestran las cifras y porcentajes obtenidos luego de los análisis realizados en un laboratorio especializado, así como imágenes y cuadros estadísticos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

“El agua es el elemento más importante en la tierra: el 71% de nuestro Planeta es agua, pero el 97.5% de los recursos hídricos es agua salada” (Alternativa & CEDAL, 2005)

En 1979 se reconoció que los desagües domésticos vertidos al mar alcanzaban 503 millones de m³/año, seguido por los desagües de la industria minera a las aguas superficiales con 244 millones de m³/año. En 1981, los efluentes de la industria minera que iban a parar en las aguas marinas alcanzaban unos 43'616,400 m³/año y los de la industria pesquera a estas mismas aguas, 38'590,000 m³/año. (IANAS, 2019)

Las aguas de río son parte de una compleja red de circulación hidrológica en la naturaleza, conlleva vida en su interior, según sea la composición física, química y bacteriológica de las mismas; En la actualidad su estado natural se ve afectada, debido a los residuos de las actividades antrópicas que van a parar en ellos, las grandes y medianas ciudades urbanizadas son las que inciden potencialmente en esta problemática, debido al gran número de su población y al constante crecimiento que presentan así como el desarrollo de las mismas; esto afecta a los ríos de primer y segundo nivel, ya que en ellos depositan sus descargas; sin embargo, los ríos tributarios aún gozaban de su estabilidad natural y el ciclo hidrológico no se veía alterado, esto se presume debido a que la población no emitía sus descargas directamente en los cuerpos de agua de estos ríos tributarios, pero desde hace pocos años atrás empezaron a mostrar alteraciones (contaminación) en su caudal, debido a las descargas constantes de aguas residuales domésticas, aguas de desagües sin ser tratadas previamente, todo ello debido a la poca información y muchas veces bajo compromiso de sus autoridades para con el medio ambiente que no son cumplidas en su periodo de gestión.

Los ríos tributarios contienen recursos ictiológicos (peces) de primer nivel (consumidores primarios), es decir especies que consumen organismos biológicos y microbiológicos inferior a ellos, de este modo conservan un equilibrio estable en su ecosistema, en la actualidad muchos de estos se han perdido; Los ríos ya no son vistos y tratados como un recurso importante, no son valorados como parte fundamental de la naturaleza, únicamente son usados como fuente final de contaminantes, con esto se perdieron muchos años de evolución, se ve interrumpido el largo y recto tránsito de la historia acuífera.

A lo largo de la historia los cuerpos de agua dulce fueron motivo de disputa entre muchas personas por la posesión y dominio sobre la misma debido a su importancia, sin embargo, también fue motivo de unión entre las personas que lo comparten de forma responsable, más en la actualidad, todo esto se perdió y solo hay desinterés, ante ello, las aguas de los ríos tributarios cada vez, es más notable su disminución, por ello, es necesario demostrar la importancia que estos poseen, a través, de estudios y proyectos de remediación.

El río tributario del distrito San Francisco de Cayrán se ve actualmente afectado por la contaminación de los desagües que se vierten directamente sobre él, sin ser tratados previamente, esto se viene dando hace menos de 10 años atrás; según como avanza el tiempo, año tras año se hace más evidente esta problemática, pues este río es uno de los pocos que existía libre de contaminación sobre todo por hallarse muy cerca de la ciudad de Huánuco a menos de 30 minutos en vehículo motorizado, mucho antes de que se empiece a descargar aguas contaminadas sobre el caudal de este río tributario, en sus aguas se podía observar un caudal cristalino y sobre todo con abundante presencia de truchas, cachpa (endémico) y mini bagres (comúnmente conocido por los habitantes de la zona como "lautas"); en este corto periodo de 10 años a menos, fueron llevados casi a la extinción, ya que no se evidencian más la presencia de estos seres, el caudal se volvió inestable ya no son constantes las subidas y bajadas de su caudal, el color que

presentan es un tanto esmeralda, que pueden indicar la presencia de contaminación frecuente.

La contaminación biológica en un río es altamente peligroso por lo que está compuesto con microorganismos patógenos que al ingresar al cuerpo de los seres vivos sufren y producen reacciones fisiológicas muy negativas que con el paso del tiempo y a través de la cadena alimenticia afecta no solo al cuerpo de agua, sino a las personas que se ven beneficiadas por estos, ya que sus aguas son utilizadas para el riego de los terrenos agrícolas, pues toda la zona es principalmente agricultora, para el consumo del ganado vacuno y en algunos casos fueron usados para el consumo humano, de momento aún se continúan utilizando para el riego y el consumo de animales.

Durante el año 2016 la autoridad nacional del agua (ANA), realizó estudios en 129 cuencas de las 259 que existen en el Perú para evaluar el grado de contaminación, todo ello con el objetivo de dar a conocer a la población y de esa forma concientizar a la población, tras finalizar el análisis de los ríos involucrados se dió a conocer que todos están contaminados en diferentes niveles ya sean por coliformes termotolerantes y por metales pesados, por parte de la primera es más evidente por el asentamiento de ciudades cerca al cauce de estos ríos que vierten sus aguas residuales directamente sobre ellas produciendo alteraciones en las aguas que son utilizados para el riego y consumo de animales, con respecto a los metales pesado se detectaron principalmente en zonas que cuentan con yacimientos mineros que contaminan las aguas con sus relaves y en muchos casos estos contaminantes son propios del suelo, también se menciona que 89 empresas dedicadas al saneamiento no tratan sus aguas residuales antes de ser vertidas a estos cuerpos de agua. (Talledo, 2016)

Es de vital importancia tomar medidas para contrarrestar estos efectos negativos y así recuperar la naturalidad y vitalidad del río tributario, todo ello con alternativas de solución atractivas para el lugar, para ello se plantea el desarrollo de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum* en las orillas y sobre el cuerpo de agua de este río, para disminuir la contaminación que poseen.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es el efecto de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* en la disminución de la contaminación biológica del agua del río Cayrán?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿La rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* tienen efecto en la disminución de la contaminación de las aguas del río Cayrán?
- ¿Cuáles son los parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum*?
- ¿Cuáles son los parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum*?
- ¿Cuáles son los parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum*?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar el efecto de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* en la disminución de la contaminación biológica de las aguas del río Cayrán.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir La rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum* tienen efecto en la disminución de la contaminación de las aguas del río Cayrán.

- Describir los parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.
- Describir los parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.
- Describir los parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El distrito de San Francisco de Cayrán cuenta con una población total de 5416 habitantes según el censo realizado por INEI en el año 2016 y en la actualidad cuenta con todos los servicios básicos; este distrito tiene como actividades principales la ganadería y la agricultura, y es motivo para el desarrollo de este proyecto, ya que el distrito no cuenta con una adecuada planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que estas aguas son descargados directamente al río tributario en el distrito San Francisco de Cayrán y estos a su vez van a terminar en nuestro principal río de la región (Río Huallaga), generando alteraciones en su composición física, química y biológica que afectan el ciclo natural del ecosistema que se desarrolla en su caudal, esto se evidencia por la casi extinción de las especies acuáticas que en ellas vivían, también por las aves que circundaban en sus riveras tales como, patos salvajes que ya no se pueden avistar debido al incremento de la contaminación que se viene suscitando; por lo tanto, el interés en el presente estudio es la recuperación y mejora de múltiples sectores ambientales y naturales y ello es lo que motiva al desarrollo de este proyecto medioambiental para evitar que se siga degradando este río tributario, pues aguas arriba del punto de descarga de los contaminantes, aun cuenta con la gran mayoría de sus características naturales.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Los costos de la investigación debido a la coyuntura que se vivió en todo el planeta por el Sars cov-2.

El no contar con un laboratorio especializado en análisis de la calidad del agua dentro de la región es una limitante.

La ubicación geográfica para la ejecución del proyecto, debido a que se encuentra en un distrito del departamento de Huánuco condicionó al uso de más horas para el monitoreo.

Dentro de las limitaciones estuvo el tiempo para la ejecución del proyecto debido a que el tesista debió realizar todo lo planeado de forma eficaz y eficiente en conjunto con sus actividades personales y laborales.

El acceso al sitio del proyecto también fue una limitante debido al acceso que no estuvo acondicionado.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos fueron muy productivos para futuras investigaciones debido a que se aplicó un método científico, a la vez que se buscó no ser ajeno a la problemática medioambiental que se suscita en la región, principalmente en la calidad de un recurso fundamental para la vida como son, las aguas de un río tributario, la zona del proyecto se encuentra ubicada a 8km de la ciudad capital Huánuco, por lo tanto, el traslado y vigilancia constante durante el desarrollo del proyecto fue sencilla, ello permitió la máxima optimización de recursos y el tiempo para la recolección de datos fue preciso, por otra parte la proliferación de la planta Eichhornia crassipes fue muy favorable, por esta razón en corto tiempo llegó a cubrir gran parte de las aguas, otro de los puntos facultativos que se tuvo a favor es la disposición por parte de las autoridades correspondientes al distrito de San Francisco de Cayrán que se encontraron llanos a brindar los permisos necesarios para la ejecución del proyecto sin ninguna restricción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando las fuentes internacionales, nacionales y locales que fueron desarrollados en los periodos 2015 hasta el 2020, se evidenció actividades que permiten utilizar métodos y técnicas precisas para el desarrollo del presente proyecto.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

En la revista Información Tecnológica, investigada por I. Yoma Y J. Mendoza que lleva el título: “Evaluación del aporte de las plantas acuáticas Pistia stratiotes y Eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales municipales”, Universidad de la Guajira, Colombia demostraron que su **Objetivo** fue evaluar el aporte positivo de las plantas Pistia Stratiotes y Eichhornia Crassipes en la depuración de contaminantes de aguas residuales municipales y La **Metodología** utilizada fue la prueba de DUNNET, para ello se crearon 6 niveles o tramos para la evaluación de 5 cuerpos de agua residual con el tratamiento de estas plantas utilizadas durante el estudio, se obtuvo como **Resultado** que no hay un aporte significativo de las plantas, sin embargo se indica que una mínima diferencia en la remoción de contaminantes cumple con las exigencias legales en cualquier país y/o región; bajo estas premisas podemos llegar a la **conclusión** que las condiciones de las aguas sometidas al tratamiento no son las indicadas para este método y la temperatura ambiental del lugar. (Yoma, Mendoza, 2018)

En la investigación realizada por Sarango Araujo, Órnela P; Sánchez Ramírez y José Armando, “Diseño y construcción de 2 biofiltros con Eichhornia crassipes y lemna Minor para la evaluación de la degradación de contaminantes en aguas residuales de la extractora río manso exa s.a. “planta la comuna”, Quinindé escuela superior

politécnica de Chimborazo facultad de ciencias - escuela de ciencias químicas, Riobamba-Ecuador- 2016 enfatizaron que el **Objetivo** de esta tesis fue la construcción de dos biofiltros con dichas plantas para tratar y medir en que porcentaje se degradan los contaminantes de las aguas residuales, que son generados por la extractora del río Manso en Ecuador, luego de pasar por el biofiltro, para ello la **Metodología** que se utilizó está compuesta por la caracterización física, química y microbiológica de las aguas residuales y luego se procedió a la evaluación semanal para determinar qué porcentaje de agentes contaminantes se están eliminando de estas aguas, los **Resultados** obtenidos son favorables, ya que los datos obtenidos son superiores al 89% para *Eichhornia crassipes* y para *lemna Minor* se encuentran entre 72% y 80%, sin embargo, al aplicar la prueba T - Student para evaluar si existe diferencia significativa entre las dos plantas se llegó a la **conclusión** de que no hay tales diferencias significativas por lo que recomiendan que se utilice la combinación de otra planta para así potenciar los efectos de *Eichhornia Crassipes*. (Sarango & Sanchez, 2016)

En la revista colombiana de biotecnología en el 2016 se publicó un artículo científico investigada por Carreño Sayago y Uriel Fernando: "Diseño y evaluación de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la *Eichhornia Crassipes*", el **Objetivo** principal fue la retención y eliminación de cromo que se encuentran en estas aguas contaminadas por los residuos de las curtientes la **Metodología** que se empleó durante este estudio es la cuantitativa y experimental porque se aisló la *Eichhornia Crassipes* de un humedal para luego ser adaptados en la investigación y así poder monitorear los resultados que se fueron obteniendo y para mayor seguridad el procedimiento se realizó tres veces, Para obtener los **Resultados** se aplicó la técnica de la fotometría según las normas establecidas y luego de 24 días de pruebas se comprobó una remoción del 60% de la concentración de cromo, gracias a las plantas *Eichhornia crassipes*, entonces podemos **concluir** que el uso de las plantas mencionadas es

muy apropiado en las curtiertes debido al alto grado de remoción que ofrece esta especie de planta. (Carreño, 2016)

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

V. Poma en su proyecto de investigación “Estudio de los parámetros fisicoquímicos para la fitorremediación de cadmio (II) y mercurio (II) con la especie *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua)” Universidad Nacional de Ingeniería - Lima 2017, tuvo como **objetivo** la medición de la capacidad de absorción de la especie *Eichhornia Crassipes* (jacinto de agua) con su cualidad sensible a la variación de PH y cambios en la concentración de metales pesados; la **metodología** empleada fue a través del método EPA 2003 (digestión de tejidos animal y vegetal), ensayos donde se optimizan condiciones de concentración de nutrientes, PH, y concentración de iones metálicos; como **Resultados** del estudio realizado se demostró que el PH de las aguas, fue óptimo y tan solo en un periodo de 7 días, Podemos **concluir** que estos resultados es debido a que la planta utiliza diferentes mecanismos de absorción, el uso de proteínas y sustancias tiolicas. (Poma, 2017).

R. Davalos en su investigación de tesis titulada “Determinación de la eficiencia para diferentes tiempos de retención hidráulica en un reactor UASB y su postratamiento con plantas acuáticas (*Jacinto de Agua*) tratando agua residual doméstica a escala de laboratorio” Universidad Nacional de Ingeniería - Lima 2017, el **objetivo** del proyecto realizado fue demostrar la efectividad del tiempo de retención hidráulica en el proceso de postratamiento de aguas residuales domesticas mediante humedal de flujo superficial con plantas jacinto de agua; La **metodología** que se usó es la implementación de las plantas acuáticas *Schhornia Crassipes* en la unidad de postratamiento de las aguas procesadas por el reactor UASB que fue instalado en el lugar; De Los **resultados** obtenidos se afirma que las plantas jacinto de agua atrapó los contaminantes residuales en un 46% adicional al reactor UASB; Podemos **concluir** que el estudio con dichas plantas fue exitoso, ya que

potenció al reactor UASB en la descontaminación de las aguas residuales. (Davalos, 2017)

E. Cupe y C. Portocarrero en su tesis “Evaluación de la eficiencia de plantas acuáticas flotantes Lemna Minor (lenteja de agua), Eichhornia Crassipes (Jacinto de agua) y Pistia Stratoides (lechuga de agua): para el tratamiento de aguas residuales domésticas” Universidad Nacional de Ingeniería – Lima 2018, El **Objetivo** fue determinar la capacidad depuradora de las tres plantas acuáticas usadas en el estudio, ya que estos funcionan como filtros biológicos, y **La Metodología** usada durante esta investigación fue la creación de una planta piloto que contó con dos unidades, las cuales estuvo dividido en dos fases, fase inicial (primera unidad), contó con un tanque de almacenamiento para que puedan regular y calcular el caudal de ingreso del agua; en la segunda fase (unidad 2) extrajeron las aguas contaminadas de forma directa del efluente, para ser tratados y evaluar su efectividad, al concluir el periodo de prueba, En los **Resultados** obtenidos se evidencian datos favorables, con los parámetros físicos, químicos mejores a lo esperado, pudiendo llegar a la **conclusión** de que la combinación de estas plantas son muy efectivas y resaltaron que la planta Eichhornia Crassipes fue la que demostró mayor eficiencia en la depuración de agentes contaminantes de las aguas residuales. (Cupe & Portocarrero, 2018).

En el artículo científico publicado en la revista de investigación ciencia, tecnología y desarrollo realizado por L. Baldeon y J. Chávez que tiene el título “Eficiencia de la especie macrofitas *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) para la remoción de parámetros fisicoquímicos, metal pesado (Pb) y la evaluación de su crecimiento en función al tiempo y adopción al medio en una laguna experimental”, Universidad Peruana Unión, 2017, el **objetivo** fue evaluar la eficiencia en la depuración de los metales pesados a través de la especie Eichhornia Crassipes (Jacinto de Agua) y evaluar el crecimiento en función al tiempo y adaptación de la planta, en la laguna de la Universidad Peruana Unión; la **metodología** utilizada para este estudio fue explicativo y de monitoreo constante

tomando como base los parámetros físicos, químicos; Los **Resultados** obtenidos demuestran que hubo mayor disminución en la conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y sólidos totales demostrando la eficiencia de dicha planta, también se pudo observar la rápida proliferación de estas plantas si se sigue un adecuado proceso, en **conclusión** podemos asegurar que el tratamiento de las aguas residuales con estos métodos naturales y ecológicos son bastante factibles, ya que no requieren inversiones considerables y son viables debido a su rápida expansión. (Baldeón et al, 2017).

N. Carrero y J. Tapia en su investigación “Incremento del potencial de iones hidrogeno (pH) del agua miel de Coffea sp. empleando fitorremediación con Eichhornia crassipes m. “jacinto de agua” para atenuar su nivel de contaminación” Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca 2019, el **Objetivo** del estudio fue disminuir la acides del agua miel de Coffea sp. Para lo cual se dio uso a la fitorremediación con Eichhornia crassipes M. “Jacinto de agua” de esta forma disminuir el nivel de contaminación; La **Metodología** aplicada a este proyecto fue de evaluación, intervención y resultados (aplicada experimental) el cual consistió en determinar los parámetros físico-químicos del agua, luego aplicar el uso de Eichhornia crassipes y medir dichos parámetros para definir la acción de esta planta; tras estos procedimientos se obtuvieron **Resultados** favorables que evidenciaron la mejoría de las aguas en un 25% de la biomasa acuática, por lo tanto podemos **concluir** que a la mayor cantidad de Eichhornia crassipes que se utilice será más efectiva sus propiedades biorremediadores. (Carrero & Tapia, 2019)

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

En el artículo científico publicado en la revista Investigación y Amazonia, escrita por J. Paredes y M. Ñique que lleva el título Optimización de la fitorremediación de mercurio en humedales de flujo continuo empleando Eichhornia Crassipes jacinto de agua Perú 2018 tuvo como **Objetivo** evaluar la capacidad de remoción de mercurio divalente con la planta Eichhornia Crassipes en tres diferentes medios

de PH para lo cual fueron evaluando la capacidad de adaptación de dicha planta en diferentes medios de acides; La **Metodología** utilizada en este proyecto de investigación fue el método de Ditizona el cual consiste en la revisión de las lecturas generadas en un espectrofotómetro UV - Visible a una longitud de onda de 520 nm cada 60 minutos por un lapso de 11 horas continuas. De los **Resultados** obtenidos se resuelve que las especie Eichhornia Crassipes tiene la capacidad depuradora de mercurio en un 94.68% cuando el medio acuoso es básico con estos datos obtenidos podemos **concluir** que la planta Schhornia crassipes tiene propiedades de amortiguamiento para aguas con PH variable y mientras lleva las aguas a un PH básico también va incrementando su capacidad depuradora de mercurio. (Paredes1 & Ñique2, 2018)

P. Carhuaricra en el año 2018 en su tesis “Fitorremediación por el proceso de Fito degradación con dos especies macrófitos acuáticas, Limnobium Laevigatum y Eichhornia Crassipes para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la laguna facultativa en la localidad de Pacay pampa, distrito de Santa María del valle (Huánuco), agosto - setiembre 2018” Universidad de Huánuco - 2018, se plantearon como **objetivo** de la tesis, determinar la capacidad fitorremediadora de las especies Limnobium Laevigatum y Eichhornia Crassipes presentes en esta investigación en el cual la **metodología** utilizada durante el desarrollo del proyecto fue experimental a escala porque se tuvo que crear un humedal artificial en la que se desarrolló la actividad, luego de realizado todo el proceso se obtuvieron **resultados** favorables que indican la efectividad y sinergia de resultados positivos que dejan en claro la actividad favorable que presentan estas dos especies a favor del medio ambiente y gracias a ello permitieron **concluir** que la capacidad Fito remediadora de las plantas utilizadas en esta investigación, es real, obteniendo resultados que indican valores por debajo de los límites máximos permisibles. (Carhuaricra, 2018).

A. Bueno en su tesis realizado el 2019 y que tuvo por título “Evaluación de la calidad de agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de san Francisco de Cayrán y Pillco marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019” Universidad de Huánuco - 2019, en el desarrollo de esta tesis se tuvo como **objetivo** determinar la calidad de agua del río Huancachupa debido a las descargas de aguas residuales que existen por parte de los distritos San Francisco de Cayrán y Pillco Marca, durante el desarrollo de este proyecto la **Metodología** que se utilizó para la determinación de los parámetros fue observacional con el que se realizaron muestreos en diferentes zonas específicas antes y después de los puntos de descarga según como indican los protocolos de monitoreo de la calidad de aguas superficiales en nuestro país, obteniendo como **resultados** de laboratorio, números que superan los estándares de calidad ambiental (ECA), pero que a su vez estos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles nacionales; sin embargo, lo que se tiene en consideración son los estándares de calidad internacional debido a ello podemos **concluir** que las aguas de este río se encuentran contaminados, pues los estándares de calidad ambiental internacional para los cuerpos de agua son más estrictos . (Bueno, 2019).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA EN CUERPOS DE AGUA

La contaminación biológica del agua está presente en muchos cuerpos de aguas y afluentes aunque no es muy mencionado es de vital importancia porque en ellas se desarrolla un ecosistema único, la contaminación biológica se presenta por la presencia de bacterias, virus y hongos que van a favorecer el crecimiento de algas y la multiplicación de enfermedades, la Organización mundial de la salud (OMS) señala que un cuerpo de agua que no reúne las características necesarias para el consumo humano así como para la bebida de animales, estos se encuentran contaminados; Los virus, bacterias, protozoos y sobre todo

parásitos son los principales contaminantes biológicos en el agua y la presencia de estos los categorizan como no potables, muchos de estos microorganismos son benéficos en el tracto gastrointestinal con una función muy específica sin embargo; otras son causantes de enfermedades patógenas que causan disenterías o comúnmente conocido como diarreas, la gran mayoría de los contaminantes biológicos requieren de oxígeno para su degradación y la alta concentración de residuos orgánicos incrementan la demanda bioquímica de oxígeno esto hace que resulte difícil la autodepuración natural, las aguas superficiales no son las únicas que sufren de contaminación biológica, también los mares sufren de este tipo de contaminación, principalmente por el transporte marítimo tales como buques de transporte que llevan a rastras los contaminantes biológicos de una zona contaminada hacia otra zona que se mantiene libre de esta alteración, los trasatlánticos y cruceros vacacionales son lo que aportan un alto grado de contaminantes biológicos a los mares sin ninguna legislación internacional que los supervise, cada uno de ellos transportan un aproximado de 5000 personas en cada ruta o vacaciones, de todos ellos nos solo se vierten al mar las orinas y heces, sino también los desechos químicos de lavandería, pintura, restos de cocina, en su conjunto para llevar cuentas algunos buques registran un peso bruto de 100000 toneladas, y gran porcentaje de ello son restos orgánicos que van a parar a las aguas marinas para generar una contaminación biológica. (RedAceite, 2019)

2.2.2. CUENCA HIDROGRÁFICA

Según autores una cuenca hidrográfica es un sistema abierto y complejo capaz de dar y recibir flujos constantes, influencias, líneas de acción, también se dice que una cuenca hidrográfica es un territorio natural delimitada por una divisoria geográfica que van a captar la precipitación así como la escorrentía para unificarlos a un solo caudal al que se llama río principal y a su vez se afirma que estos ríos drenan sus aguas al mar en un solo cuerpo de agua, una cuenca hidrográfica es un

lugar en donde se desarrolla el ciclo hidrológico del agua y sus componentes son inconstantes en la época, incluso se puede comparar a los sistemas del cuerpo humano, pues no existe ni una sola parte de la tierra que no sea porción de una cuenca. (Vásquez, Absalon, Mejía., 2016).

➤ **Tipos de cuencas**

Las cuencas hidrográficas se pueden clasificar de la siguiente manera.

Por su tamaño geográfico se consideran:

Grades, medianas, pequeñas.

Por su ecosistema:

Cuencas áridas, cuencas tropicales, cuencas frías y cuencas húmedas.

Por su objetivo son:

Hidro energéticas, para agua poblacional, agua para riego, agua para navegación, para ganaderías y para uso múltiple.

Por su relieve pueden llamarse:

Cuencas planas, cuencas de altas montañas, cuencas accidentadas o quebradas.

Por la dirección de la evacuación de sus aguas son las siguientes:

Exorreicas o abiertas, endorreicas o cerradas y arreicos. (Ordoñez, 2011)

2.2.3. RÍOS PRINCIPALES Y TRIBUTARIOS (SECUNDARIOS)

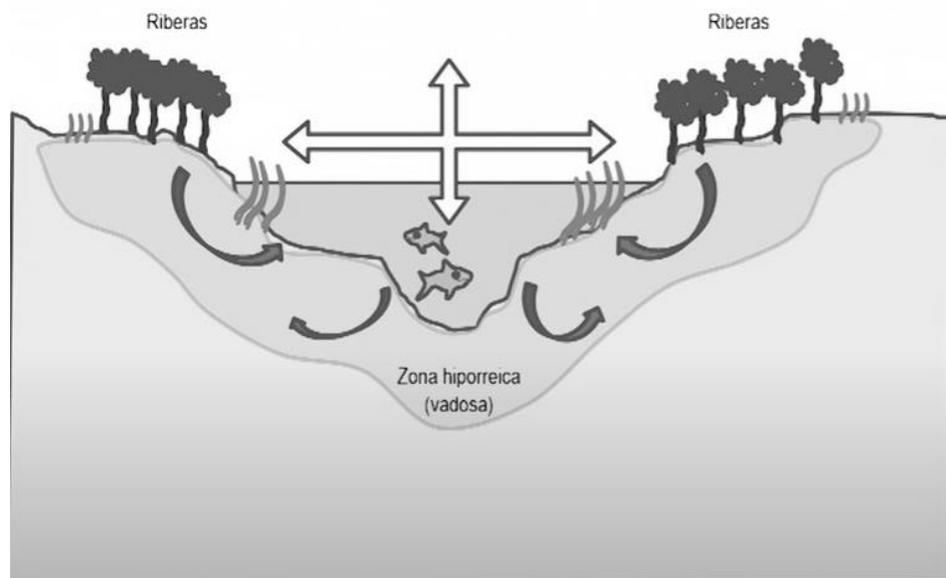
Los ríos principales son aquellos que reciben o captan la escorrentía de una o más zonas según sea su orden hidrológico, cada

cuenca tiene un río principal, estos a su vez pueden ser tributarios a otras cuencas de mayor nivel o pueden aportar sus aguas a ríos mucho más grandes, Absalón Vásquez plantea que un río principal se define como un curso con mayor volumen de agua y/o caudal o también pueden ser los de mayor longitud. Son considerados ríos tributarios todos aquellos que van a descargar sus aguas a un río de mayor caudal o se van a unir a otro de igual nivel, también existen los ríos tributarios que van a aportar sus aguas a lagos o lagunas que vendrían a ser cuencas endorreicas, los ríos tributarios también son llamados de segundo orden, esto va a depender de su ubicación y origen mientras arriba estén en la microcuenca serán de menor nivel esto debido a que cuentan con menor caudal, los ríos tributarios se originan por el descongelamiento de los glaciares, por la recolección de precipitaciones que se presentan en las zonas altoandinas, y por el origen de un afluyente también llamado ojo de agua. (Vásquez, et al., 2016)

Los ríos tributarios cuentan con especies que requiere protección debido a que sus aguas son menos contaminados, sin embargo; son muy vulnerables debido a su bajo caudal, a continuación, se muestra un corte transversal de un río.

Imagen 1

Corte transversal de un río



Nota. Hidráulica Fluvial – Universidad de Antioquía

2.2.4. MICRO FAUNA Y MACRO FAUNA DE RÍOS

Las especies acuáticas en los ríos del Perú se encuentran en diferentes estados esto se debe a la cercanía de los pueblos que existen cerca a los ríos, influyen en su contaminación, así como la pesca de los mismos, los ríos con mayor conservación de estas especies acuáticas son las que se encuentran alejado de los centros poblados, ciudades y aquellos que se encuentran al interior de un santuario nacional. (Ministerio del Ambiente, 2021)

➤ **Microfauna**

La microfauna del agua está compuesta por organismos microscópicos, son importantes para la calidad del agua y a la vez son indicadores del grado de contaminación que existe en un caudal. La microfauna de un río integra: protozoarios, bacterias, hongos, ciliados, lactobacillus, pseudomonas, estos últimos ayudan en la biorremediación de aguas contaminadas (Vásquez, et al., 2016)

Imagen 2

Microfauna



Nota. paisajes.zz.mu

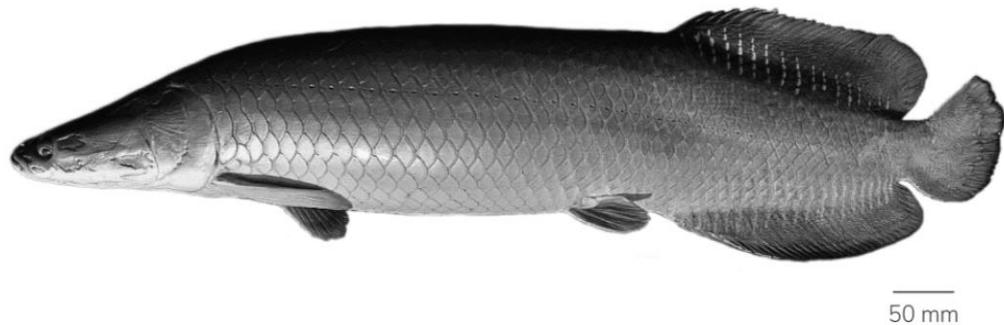
➤ **Macrofauna**

La macrofauna de un río está conformada por los organismos complejos y de gran tamaño que habitan en sus aguas, esto según el

nivel del río, los ríos principales cuentan con especies más grandes, también conforman parte de esto los crustáceos, de entre ellos podemos mencionar algunos como el paiche, las pirañas colorado, las nutrias, la cara chamas etc. Se clasifican de presas y depredadores, también se puede decir que son consumidores de orden según sea su posición en la cadena alimenticia. (Vásquez, et al., 2016).

Imagen 3

Paiche



Nota. IMARPE: catalogo digital de la Biodiversidad acuática del Perú

2.2.5. INTERRELACIONES ECOLÓGICAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Los ecosistemas acuáticos son parciales debido a que van a requerir de la ayuda biológica de factores externos para su autodepuración como bosques, estos ecosistemas son muy usados por actividades antrópicas tales como fuentes de energía hidroeléctrica, pesca, depósito de aguas residuales y más. (Gomez, 2011)

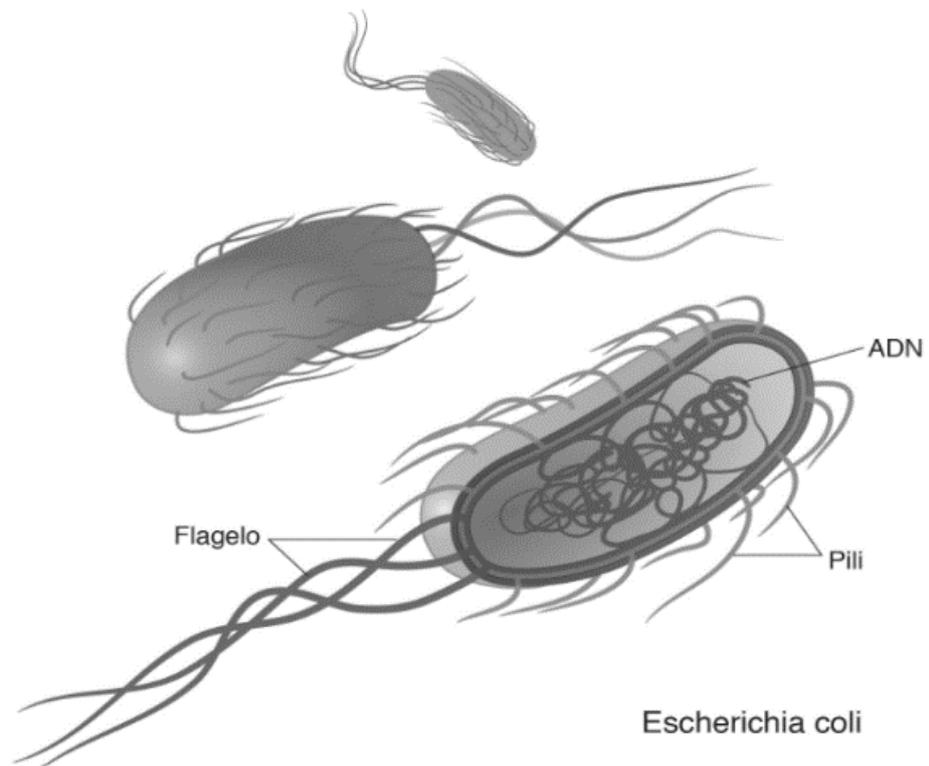
La interrelación que existe en un ecosistema acuático es directo e indirecto, ya que en ellos constituyen fuente de alimentación para los seres humanos, en ellos se establecen algas, humedales, reptiles, moluscos, anfibios y peces, en su interrelación van a auto depurar contaminantes y sirven de habitat para el 40% de especies acuáticas en todo el mundo siendo este porcentaje el mayor de todos. (Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y agricultura, 2021)

2.2.6. BACTERIAS

El término bacteria conforma un enorme grupo de procariotas, estos procariotas son causantes de alteraciones fisiológicas en el ser humano también denominado enfermedades patógenas, existen también múltiples e incontables especies que no son patógenas, es decir que viven normalmente dentro del cuerpo sin causar enfermedad, la división Phylum que vienen a ser proteobacterias son la segmentación más amplia de este término, la *Escherichia Coli* es un microorganismo por excelencia en este rubro, otros procariotas son habitantes del suelo, de plantas y animales esto puede ser causando una enfermedad o simplemente de forma casual sin causar alteraciones fisiológicas en el organismo anfitrión, las bacterias son organismos unicelulares capaces de existir a nivel intracelular tanto en plantas así como también en animales, las bacterias se reproducen por bipartición asexual, y se desarrollan según su afinidad por ciertos nutrientes a esto se conoce como eco tipos pues lo biólogos los segmentan de ese modo para su mejor identificación, sin embargo; conocer todas las especies existentes de bacterias aún es imposible, en la actualidad se conocen unos miles y se estiman que aún existen un moles más por descubrir. (Biología de los microorganismos, 2003).

Las bacterias se encuentran en casi todo el planeta, son procariotas conformadas por una sola célula es decir son unicelulares, cierto grupo habitan en circunstancias extremas de calor, así como a diferente presión atmosférica, también son muy importantes para el ecosistema natural, de hecho se dice que existen más bacterias en el cuerpo humano que células, siendo la gran mayoría de ellos beneficiosos porque intervienen en múltiples reacciones químicas y fisiológicas propias del cuerpo y una cantidad relativamente pequeña son dañinas para la salud. (National Human Genome Research Institute, 2020)

Imagen 4
Bacterias



Nota. National Human Genome Research Institute

2.2.7. CLASIFICACIÓN DE BACTERIAS

Como ya se mencionó previamente las bacterias son ampliamente diversificados por lo que su clasificación es casi imposible, por lo que los biólogos plantean la siguiente clasificación taxonómica para estos:

Morfología implica el tamaño, la forma y tinción de gram.

Movilidad compuesta por móvil por flagelos, móvil por desplazamiento y los que son no móvil.

Nutrición y fisiología son aquellas bacterias que ostentan mecanismos de preservación de la energía también poseen capacidad para hacer uso de diferentes fuentes de carbono, azufres y nitrógeno. (Biología de los microorganismos, 2003).

2.2.8. CONTAMINACIÓN BACTERIANA ACUÍFERA

Se denomina contaminación bacteriana cuando existe una alteración física y/o química de un organismo, impidiendo así su normal funcionamiento, así como su desarrollo; sobrepoblación de microorganismos patógenos en un cuerpo de agua se denomina contaminación microbiana acuífera, la contaminación bacteriana es definida también como la composición y/o saturación microbiológica de un cuerpo, las bacterias son microorganismos unicelulares que proliferan libremente en un cuerpo de agua, generalmente por bipartición o por fisión binaria, de entre ellos existe un amplio rango de tamaños de estas, las bacterias y microorganismos que determinan la contaminación bacteriana son aquellas que son parasitarias, que usualmente habitan en los intestinos de los seres vivos y son denominados gram negativos, otros son del tipo bacilos y otros del tipo enterobacterias. (C. Apella & Z. Araujo, 2006).

2.2.9. IMPACTOS AMBIENTALES CONTAMINACIÓN BACTERIANA

El agua es un compuesto que va a definir cómo y dónde se va a desarrollar la vida precisamente porque en cada aspecto geoquímico se encuentra presente, es visto que la vida se desarrolla mucho más en una selva tropical o cerca de un arroyo a diferencia de un desierto, por ende, uno de los impactos es la muerte de las plantas, muertes de animales y enfermedades en el ser humano. (Y. Cousteau, 2016)

2.2.10. IMPACTO DE LAS BACTERIAS SOBRE LA SALUD HUMANA

El cuerpo humano está compuesto por infinidad de bacterias entre aquellos con los que convivimos de forma natural y aquellos que al acrecentar su población van a causar enfermedades patológicas que desencadenaran el mal funcionamiento del organismo, señalando especialmente las bacterias que se hallan en las aguas, estas van a producir alteraciones del tracto gastrointestinal si son consumidos directamente si haber sido tratados y descontaminados previamente. (Glynn & Heinke, 1999)

2.2.11. RIZOFILTRACIÓN

La rizofiltración es una técnica aplicada en la remediación de los cuerpos de agua, principalmente consiste en disminuir la carga de contaminantes, tales como: metales pesados, sólidos totales, bacterias termotolerantes y cualquier otro tipo de contaminantes que puedan estar alterando la composición física y química, natural del agua, la rizofiltración es una práctica que va de la mano con la fitoextracción, ya que consiste en recuperar parcialmente la calidad de un cuerpo natural, con la única diferencia de que la rizofiltración es utilizada en cuerpos de agua y la fitoextracción es aplicada en suelos contaminados, también podemos decir que la rizofiltración es un método que, a su vez es considerado alternativa de fitorremediación para el tratamiento de aguas residuales que usa las raíces para descontaminar aguas o efluentes líquidos.

La rizofiltración es aplicada con muchas plantas dependiendo del tipo de contaminantes, que, en mayoría está presente en el agua. Por ejemplo, en ríos de gran caudal se podrán utilizar plantas con raíces fuertes y profundas como los sauces que cumplen un papel muy útil en las orillas de los ríos caudalosos, por otro lado, en ríos tributarios y de bajo caudal se optarán por utilizar plantas acuáticas y en ocasiones plantas flotantes, ya que al ser un caudal lento estas plantas no sufrirán ni se perderán por la corriente.

Su mecanismo de acción es desde el momento en que las raíces se ponen en contacto con el contaminante (absorción), empiezan a retener estos compuestos para luego almacenarlos y trasladarlos hacia sus tallos y posteriormente a las hojas, todo esto debido a la gran capacidad de absorción que tienen estas plantas, sin dejar de lado también cuentan con otra gran capacidad que son muy importantes a la hora de buscar la disminución de los contaminantes de un cuerpo de agua y esto es la adsorción que consiste, no en absorber, sino más bien en atrapar restos sólidos que se encuentran en el caudal, permitiendo de esta forma que las aguas se vean aligeradas de estos restos orgánicos,

es una práctica que reduce considerablemente los contaminantes del agua a la vez que el costo de esta práctica no son excesivos y son de fácil acceso. (Guevara, et al. 2009).

➤ **Tratamiento y disposición final de las plantas utilizadas**

De las dos plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum* se tendrá estricto control en el desarrollo de la primera debido a su favorable sobrepoblación, para evitar su crecimiento en exceso, esto se realizará de tal forma que las plantas que son deterioradas serán retiradas para su secado y posteriormente podrán ser usados como abono para las hortalizas y vegetales, esto a su vez brindará cabida para posibles nuevos proyectos de lumbricultura a mayor escala y así obtener abonos como un subproducto de la *Eichhornia Crassipes*, otro de los posibles proyectos es la creación de papel ecológico a base de los tallos de esta especie, también se podrá comercializar como planta ornamental debido a sus flores llamativas la segunda planta también conocida como cola de caballo carece de esta cualidad sobre pobladora por lo que no va a requerir de estos métodos; sin embargo podrá ser utilizado como medicina ancestral, ya que posee propiedades antiinflamatorias en forma de emplastos.

➤ ***Eichhornia Crassipes***

El desarrollo de *Eichhornia crassipes* se ve incrementado por aguas con altas concentraciones de nutrientes, especialmente por nitrógeno, fósforo y potasio. También se nutre de calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, aluminio, boro, cobre, molibdeno y zinc. La capacidad reproductiva de esta planta es elevada por lo que su biomasa es capaz de llegar a ser el doble en tan solo treinta días, a través de su reproducción vegetativa, esto se demuestra en las formaciones densas de colonias flotadoras (Guevara1 & Ramirez2, 2015)

2.2.12. FENOLOGÍA

Es conocida por muchos nombres tales como lirio acuático, jacinto de agua, camalote, flor de bora, lechuguin, es nativo de la cuenca de las amazonas y su desarrollo es propicio sobre aguas dulces, sus características distintivas son:

Tallo. Estolonífero de los cuales surgen sus hojas en forma de rosetas y es muy corpulento su sistema radicular.

Raíces, sus raíces son entrelazados entre sí por lo que faculta su propagación espontanea.

Hojas, sus hojas presenta peciolo largos y globosos en las plantas flotantes a la vez que también son esponjosos, aplanados razón por la cual logran flotar.

Fruto, sus frutos son entre 1.5 y 2cm de forma oval conteniendo en su interior 450 hasta 480 semillas.

Esta planta tolera temperatura hasta 17c, sin embargo, su temperatura optima de desarrollo se encuentra entre los 24 y 22c (Vázquez, 2018)

Imagen 5

Eichhornia Crassipes



Nota. Extraído de pixabay.com

2.2.13. EQUISETUM RAMOSISSIMUM

Son plantas perennes o anuales que al contar con tallos largos y su preferencia por suelos ricos en agua ayudan en la oxigenación de los cuerpos de agua ayudando así a la mejora de estos. La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo señala que a esta especie se le puede hallar en una gran variedad de zonas y pisos altitudinales, pero con mayor frecuencia está ligado a suelos saturados de agua. Son plantas terrestres y el tallo es el órgano predominante; sin embargo; éste es hueco y llegan a una altura de hasta de 15 metros; las características más resaltantes del tallo son la composición de nudos y entrenudos, así como las costillas o estrías longitudinales. (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2013)

➤ Fenología

Los *Equisetum ramosissimum* tienen por nombre vulgar cola de caballo y canutillo, son plantas con tallos simples verdes y blanquecinos, poseen vainas anchas y bien alargadas, crecen entre 20 y 140 cm.

División Pteridophyta, no poseen semillas ni flores, esporas en esporangios, su desarrollo se da en suelos húmedos entre campos y orillas de acequias, también en sotos junto al Ebro, esporula en mayo y setiembre.

Imagen 6

Equisetum Ramosissimum



Nota. Extraído de blascozumeta.com

2.2.14. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ECA

Son instrumentos de gestión ambiental que sirven para medir las concentraciones de emisiones en los cuerpos de agua, aire, suelo, que a su vez también son llamados cuerpos receptores, los ECA son utilizados para medir estas emisiones en conjunto, ya que no califican ni miden de forma individual, su objetivo es fijar metas con las cuales se puede representar a partir de que concentración o cantidad de emisiones contaminantes estos empiezan a afectar de forma significativa al medio ambiente. (Molina, 2016)

2.2.15. ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

Los estándares nacionales de calidad ambiental para agua es un instrumento de gestión ambiental normado y regulado por el estado peruano, específicamente para sentar bases y criterios para medir y evaluar la calidad de los cuerpos de aguas, la última actualización y/o modificación fue con el **Decreto supremo Nro. 004-2017-MINAM**, en la que se habla sobre categorías de los cuerpos de aguas y los lineamientos que se debería seguir si harán uso de estos recursos, ya sea para consumo humano, entretenimiento, riego y bebida de animales así como para la conservación natural de los afluentes. (EIPeruno, 2017)

2.2.16. AGUAS DE CATEGORÍA 3

En las aguas de categoría 3 está considerado los usos que se le pueden dar, específicamente para riego de vegetales y bebida de animales, también se establece cuáles son los tipos de aguas que están incluidas en esta categoría definiendo y especificando que las aguas para el riego de vegetales son aquellos que se van a utilizar específicamente para el riego de los cultivos de estos vegetales dependiendo de los tipos de riego que se van a emplear para ello se desdobra en dos subcategorías que vamos a definir continuación:

Agua para riego no restringido se indican para el riego de vegetales de consumo directo o crudos, por lo general que no requieren de un proceso de cocción tales como hortalizas, frutas, etc., por ejemplo: las naranjas, el pacay, la chirimoya, las lechugas, los tomates y muchos más.

Agua para riego restringido se aplican para aquellas aguas que poseen la calidad para el riego de vegetales que son aptos para consumo luego de un proceso de cocción o que estos conlleven un proceso industrializado por ejemplo las habas, los camotes, las papas, los zapallos y aquellos que requieren de un proceso industrial como el algodón. (ElPeruano, 2017)

Tabla 1

Estandares de calidad ambiental para agua

Parámetros	Unidad de medida	D1: riego de vegetales		D2: bebida de animales
		Agua para riego no restringido (C)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Mg/L		15	15
Demanda química de oxígeno (DQO)	Mg/L		40	40
Color (b)	Color verdadero escala pt/Co		100 (a)	100 (a)
Conductividad	Us/cm		2500	5000
Temperatura	C		3	3
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes termo tolerantes	NMP/100ml	1000	2000	1000
Escherichia Coli	NMP/100ml	1000	**	**

Nota. Elaborado a partir de los estándares de calidad para agua, DECRETO SUPREMO Nro. 004-2017-MINAM

2.2.17. AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son todos aquellos que carecen de naturalidad y que presentan composición ya sea química, orgánica o inorgánica superior a los límites máximos permisibles según los estándares de calidad internacional, es decir todo cuerpo de agua que presenta por más mínima que sea una alteración en su composición, viene a ser parte de las aguas residuales, todo esto principalmente por las acciones del ser humano y por sus actividades económicas, industriales, agroindustriales y que serán liberados directamente a un caudal, las aguas residuales presentan características en muchas ocasiones notables a simple vista como olor fétido, color negrozco, marrón, amarillento, no son traslucidos, son de mayor densidad, presentan alta composición orgánica que van a facultar múltiples reacciones físicas y químicas en su trayecto hacia el mar a la vez que van dejando estragos en la salud pública, cultivos, animales, etc. (Glynn & Heinke, 1999)

2.2.18. AGUAS SUPERFICIALES

Las aguas superficiales son todos aquellos que circulan en la superficie de nuestro planeta, es decir son procedentes del deshielo de los glaciares, precipitaciones, lagunas, estos se van formando a través de las uniones que se producen por la acción de la gravedad, las aguas superficiales en nuestro país (Perú), es relativamente alto esto debido a los nevados que tenemos y que el derretimiento de estos van a dar origen a muchos ríos que vierten al pacífico y también al atlántico; sin embargo, la calidad de nuestras aguas superficiales son muy bajas debido a que no contamos con plantas de tratamiento y también a la baja cultura de conservación de recursos hídricos.

Es muy importante contar con aguas superficiales de buena calidad sobre todo porque en las zonas altoandinas y en comunidades rurales aún se dan los consumos directos tanto de personas y animales. (J. Glynn & W. Heinke, 1999)

2.2.19. TRATAMIENTO DE UN MEDIO ACUÁTICO

El tratamiento de un medio acuático es de vital importancia porque permite garantizar la calidad y la seguridad del agua según el uso que se le va a dar, esto según las normas nacionales que ya tenemos vigente en nuestro país (Perú). (Glynn & Heinke, 1999)

Las aguas contaminadas, también llamados aguas residuales, aguas cloacales, aguas negras, etc. pueden ser recuperados a través de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) por medios de procesos, físicos, químicos y también a través de métodos naturales como son los humedales, rizofiltración, biofiltros y algunos más. (Glynn & Heinke, 1999)

2.2.20. EFLUENTES

Es importante definir muy bien el termino efluente, ya que se está hablando principalmente de aguas contaminadas, pues los efluentes son todos los que son vertidos por las actividades humanas y su composición es variada, principalmente según las actividades que realiza la comunidad, empresa o industria, por ejemplo una mina producirá un efluente cargado con metales pesados, una industria que extrae petróleo producirá efluentes con abundante hidrocarburos y los efluentes producidos por las ganaderías presentaran una carga alta de compuestos orgánicos. (Glynn & Heinke, 1999)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Bacterias Anaeróbicas las bacterias anaeróbicas son aquellos microorganismos que se van a desarrollar en la ausencia del oxígeno. (Glynn & Heinke, 1999)

Bacterias Aeróbicas las bacterias aeróbicas vienen a ser aquellos microorganismos que proliferantes con la ayuda del oxígeno. (Glynn & Heinke, 1999)

Tóxicos se define como tóxico a un compuesto o sustancia química, orgánica o inorgánica que van a causar daño al organismo que entre en contacto con este, incluso llevarlo a la muerte. (Apella & Araujo, 2006)

Efecto reductor es la actividad propia de una planta que tiene como consecuencia la disminución de ciertas sustancias de un cuerpo, ya sea agua, suelo, aire y es aplicado con fines positivos y coadyuvantes en la recuperación y biorremediación de las mismas.

Contaminación bacteriana es la sobrepoblación de bacterias patógenas que producen afecciones adversas a la salud de un ser vivo.

Población bacteriana es la composición microbiológica en un cuerpo de agua, en todo su conjunto como son: coliformes termo tolerantes, E-colly, enterococos, aeromonas, pseudomonas aeruginosa, salmonella, Shigella, etc. (Apella & Araujo, 2006)

Turbidez es la cantidad de partículas sólidas en un cuerpo de agua que van a alterar sus características físicas y organolépticas normales de estas que a su vez disminuyen su oxigenación natural. (Glynn & Heinke, 1999)

Coliformes termo tolerantes son los microorganismos presentes en el agua a causa de las heces de animales y personas que se vierten a los ríos y que son resistentes a ciertas condiciones de temperatura lo que evita su eliminación natural y que al ser ingeridos causan enfermedades como la disentería (diarreas). (Glynn & Heinke, 1999)

Los parámetros químicos son los límites estipulados por el reglamento medioambiental que aceptan dentro de lo normal ciertas medidas que se consideran natural o propio del cuerpo de agua.

Parámetros microbiológicos son las cantidades consideradas normales dentro de un cuerpo de agua sin que cause daño. (Glynn & Heinke, 1999)

Impacto ambiental es la alteración y/ cambios que se producen en el estado natural de un ecosistema debido a las actividades humanas. (Amador, s.f.)

Medio ambiente se define como medio ambiente a un sistema muy complejo y sobre todo dinámico que se interrelacionan entre sí en su totalidad. (Amador, s.f.)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha: La rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* tienen efecto en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán.

Ho: La rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* no tienen efecto en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

No aplica.

2.5. VARIABLES

2.5.1. INDEPENDIENTE

Rizofiltración

2.5.2. DEPENDIENTE

Contaminación biológica

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2

Efecto de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* en la disminución de la contaminación biológica de las aguas del Río Cayán

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE	
Rizofiltración	Crecimiento de <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i>	M2	Numérica continua	
	Población biológica	NMP/100mL		
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE	
Contaminación biológica	PARÁMETROS FÍSICOS			
	temperatura	c	Numérica continua	
	turbidez	NTU		
	color	Comparación visual		
	olor			
	solidos totales suspendidos	mg/L		
	conductividad eléctrica	μS/cm		
	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS			
	coliformes termotolerantes	NMP/100mL		
	<i>Escherichia coli</i>	UFC/1L		
	PARÁMETROS QUÍMICOS			
	pH	unidad		
	demanda bioquímica de oxígeno	mg/L		
	demanda química de oxígeno			

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según la planificación de las mediciones, el presente estudio a realizar es **prospectivo**, pues se hará uso de datos únicos obtenidos en campo, Según el número de variables, que son dos, el presente estudio es **analítico**, Según la intervención directa del investigador, el presente estudio es **con intervención**, según el número de mediciones el presente estudio es **longitudinal**, pues se tomarán en cuenta varias mediciones de las variables durante este estudio (Supo & Zacarias, 2020)

3.1.1. ENFOQUE

El presente estudio tiene un enfoque **cuantitativo**, porque se hace uso de la estadística para el análisis de los datos (Supo & Zacarias, 2020)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

En este estudio se establece que es de nivel explicativo, debido a que se pretende conocer el efecto de la rizofiltración sobre la calidad del agua, disminuyendo la contaminación biológica a través del uso de las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*. (Supo & Zacarias, 2020)

3.1.3. DISEÑO

El presente estudio sigue un diseño cuasi experimental, analítico, con intervención y longitudinal

Tabla 3

Diseño

G1	X	O1
-----------	----------	-----------

Fuente. (Supo & Zacarias, 2020)

G1 = grupo 1
X = variable independiente
O1 = observación del grupo 1
(Supo & Zacarias, 2020)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El presente proyecto de investigación considera como población de estudio a las aguas del río tributario ubicado en el distrito de san francisco de Cayrán específicamente a 50 metros de distancia, pasando el segregado de las aguas residuales, que se encuentran a la salida del distrito, colindante con su centro poblado Huayllabamba, ver ubicación en el plano adjuntado en el anexo 4.

El tipo de muestreo a realizar es no probabilístico, ya que las muestras a elegir son de forma aleatorio y el tramo de ejecución es de fácil acceso para el desarrollo del proyecto y así evitar accidentes fatales y riesgos para el investigador

Tabla 4

Coordenadas geográficas

	Coordenadas UTM
Norte	76 16 46
Sur	9 58 52

Nota. A partir de GPS Android.

3.2.1. LUGAR PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto tiene como ubicación geográfica en el distrito de San Francisco de Cayrán, a la salida del distrito, cuyo lugar se encuentra a 8km de la ciudad de Huánuco, provincia y departamento de Huánuco.

3.2.2. CLIMA

El clima del distrito es muy variado ya que cuenta con el bosque montano pluvial tropical y bosque muy húmedo montano tropical y

debido a esta característica tiene un clima semitropical, templado cálido, templado frío. (En Peru, 2015)

3.2.3. RELIEVE

El relieve del distrito es sinuoso y con algunas diaclasas, ya que se puede apreciar colinas, elevaciones en todo el tramo del distrito en algunas zonas incluso presenta barrancos y a su vez encierra una leyenda sobre un volcán. (En Peru, 2015)

3.2.4. PRECIPITACIÓN

Las precipitaciones pluviales en el distrito son bien marcadas al igual que en la provincia de Huánuco durante los meses de diciembre hasta febrero la intensidad de lluvias es muy fuerte sin embargo en los meses posteriores existe ausencia de lluvias.

En enero del 2020 se registró una precipitación mucho mayor, llegando a afectar a múltiples viviendas en varios sectores del distrito, por lo que INDECI se hizo presente con la ayuda humanitaria para los damnificados. (COEN, 2020)

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica consiste en las observaciones visuales que se realizarán a las muestras en su estado físico antes y después de la intervención por parte del investigador, y el instrumento a emplear es el protocolo de análisis y límites máximos permisibles para efluentes elaborado y publicado por el estado peruano, esto se usará como base comparativo para la interpretación de los resultados.

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Fichas de campo, es un instrumento de recolección de datos, elaborado dentro de los protocolos de calidad del agua que será de ayuda durante el muestreo en campo.

3.3.2. PARA EL MONITOREO

Para la realización del monitoreo se considerarán varios aspectos como son:

Ubicación del tramo de estudio, así como los permisos correspondientes por parte de la municipalidad para la ejecución e implementación de lo necesario.

Los puntos de muestreo seguirán el diseño establecido en el proyecto de tesis debido a que se realizó la observación insitu y cuenta con buenos requisitos de accesibilidad y disponibilidad para la ejecución de las actividades.

Los materiales y equipos fundamentales que se utilizarán durante el muestreo son: laptop, GPS, cámara fotográfica, lapiceros, termómetros, recipientes, Cooler.

Para la toma de muestra se seguirá un estricto protocolo de muestreo de aguas superficiales, así como el uso correcto de la indumentaria de protección EPP (equipo de protección personal) para garantizar la seguridad del tesista y la bioseguridad de las muestras.

Tabla 5

Monitoreo

Variable	Indicadores	Técnica	Instrumento
Rizofiltración	Crecimiento y adaptación de las plantas	Observación	Protocolo de recolección y desarrollo
contaminación biológica	Coliformes termo tolerantes PH Solidos totales suspendidos Olor Color Temperatura Conductividad eléctrica	Observación	Protocolo de análisis y límites máximos permisibles.

Demanda Bioquímica de
Oxígeno
Demanda Química de
Oxígeno

3.3.3. PROTOCOLO DE RECOLECCIÓN Y DESARROLLO

➤ Selección del tramo

Siguiendo el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, seguimos los pasos, métodos y técnicas plasmadas en la misma el cual nos indica que para tomar la primera muestra de agua, esta se realizará a 50 metros hacia arriba del punto a ejecutar el proyecto, ya que el acceso es sencillo y libre de riesgos, la segunda toma de muestra también se realizará 50 metros hacia abajo del lugar de ejecución del proyecto por su fácil acceso y así seguir los lineamientos planteados y garantizar la correcta ejecución de la toma de muestra; los monitoreos a realizarse, serán en el segundo punto de muestreo, estos a partir de la ejecución del proyecto para que se tenga en cuenta la evolución y el efecto de las plantas. (ANA, 2016)

➤ Muestreo

El muestreo se realizó de forma periódica según como se muestra en la programación (cronograma de actividades), y se realizó la toma de datos según los procedimientos establecidos en el protocolo nacional de monitoreo.

➤ Procedimiento

- Se tomaron las medidas de seguridad colocándonos la indumentaria de seguridad y protección (guardapolvos, guantes descartables, mascarillas descartables, lentes de protección, zapatos de seguridad).
- Se tuvo listo los materiales necesarios a utilizar tales como frascos de vidrio, Cooler, termómetros, ficha de campo, etiquetas y otros.

- Para la correcta recolección de muestra se eligió el punto medio del río tributario, cuidando que esta sea la más uniforme y homogénea posible.
- Los parámetros físicos tales como temperatura, olor y color serán evaluadas en el lugar de la recolección de las muestras sin que estos sean removidas o alteradas.
- La cantidad de muestras a recolectar será de 1 litro por cada parámetro a evaluar.
- La recolección de muestra se tomó en los frascos enviados por el laboratorio y se retiraron la tapa sin que tengamos interacción con la parte interna de la misma, para garantizar la calidad de la muestra.
- Los frascos fueron enjuagados dos veces seguidas con el agua de río y la tercera recolección fue la muestra procesada en gabinete (laboratorio), esta recolección fue en sentido de la corriente.
- Para la recolección de muestra para evaluar el parámetro microbiológico, los frascos fueron llenados solo a un 90% para la óptima conservación de las bacterias.
- Para la evaluación demanda bioquímica de oxígeno la recolección de la muestra fue lenta cuidando de que no se creen burbujas de aire, ya que estos alterarían la muestra.
- Durante la recolección de todas estas muestras se tuvo extremo cuidado de no recolectar sedimentos ni suciedades, ya que estos alterarían la calidad de la muestra.
- Se tomó la geo-ubicación (GPS) del muestreo
- Se tomó fotos de la ubicación.

➤ **Almacenamiento, conservación y Transporte de muestras**

Las muestras recolectadas serán almacenadas en el Cooler, todos estos serán acomodadas en forma vertical para evitar, derrames y a su vez serán protegidas para evitar que se rompan entre sí, el Cooler protegerá nuestras muestras de la luz y las interacciones externas, para una óptima conservación se utilizara hielo gel, el cual nos garantizara

una adecuada conservación de cada muestra, el traslado de nuestras muestras serán inmediatas al laboratorio de análisis, ya que los tiempos de conservación de cada muestra es corto. (ANA, 2016)

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Tabla 6

Técnicas para el procesamiento y análisis de información

Etapa	Técnica
Procesamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Recolección, se registrarán todos los datos que se obtienen de las muestras realizadas durante el desarrollo del proyecto. - Ordenamiento y codificación de datos, las muestras obtenidas deben ser rotuladas para un óptimo desarrollo y evaluación de las muestras, brindándoles un código único a cada muestra para su fácil identificación.
Análisis	<p>Sistema de datos (presentación de tablas y gráficos) MS Excel</p> <p>Redacción científica,</p> <p>Es imprescindible trabajar con el software, de esta forma se obtendrán datos precisos durante la operación de toda la información numérica que se obtienen y también se podrán utilizar gráficos estadísticos y comparativos</p>

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados del trabajo de investigación, físico químicos, microbiológicos y sensoriales, fueron realizados por el Laboratorio Pacific Control S.A.C. acreditado por el INACAL, clasificado en **pre test y post test**, siendo en total cuatro puntos de toma de muestra, la cual se tomó de la siguiente manera:

- **El primero pre test**, de fecha y hora **26/11/2022-07:00 h P1**(punto de muestreo 1, código de muestra 220013518).
- **El segundo post test**, de fecha y hora **26/11/2022-07:40 h P2**(punto de muestreo 2, código de muestra 220013519).
- **El tercero post test**, de fecha y hora **28/12/2022-07:50h P3**(punto de muestreo 3, código de muestra 220014701).
- **El cuarto post test**, de fecha y hora **28/12/2022-08:00 h P4**(punto de muestreo 4, código de muestra 220014700).

El procesamiento de datos se desarrolló mediante el procesamiento Informático con el software SPSS Statistics 25. Donde se registró los datos obtenidos por el Laboratorio Pacific Control S.A.C.

Descritos en los informes: **INFORME DE ENSAYO Nro. 220013518/2022, INFORME DE ENSAYO Nro. 220013518/2022, INFORME DE ENSAYO Nro. 220014700/2022 e INFORME DE ENSAYO Nro. 220014701/2022.**

Se determinó el EFECTO DE LA RIZOFILTRACIÓN CON LAS PLANTAS Eichhornia Crassipes Y Equisetum Ramosissimum EN LA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA DE AGUA DEL RÍO CAYRÁN. Para la ejecución del trabajo de investigación se gestionó con la Municipalidad distrito de San Francisco de Cayrán. Ubicación geográfica con las coordenadas 9.98121372 S 76.28017083 W, las muestras fueron

debidamente colocadas en cajas de Tecnopor, Frascos de plástico (tres unidades de 1L, dos unidades de 500mL y dos unidades de 250 ml), con su respectivo preservante y refrigerante, con la custodia efectiva para evitar daños en la muestra, luego se envió al laboratorio para su análisis.

Para la prueba de hipótesis se empleó la prueba T- Student con una significancia de 0.05 para una muestra en cada análisis. El tipo de muestreo realizado es no probabilístico, ya que las muestras a elegir son de forma aleatorio, considerando los siguientes datos para el efecto de la Rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum* en la disminución de la contaminación biológica de agua del río Cayrán.

Se describe todos los resultados obtenidos por los 4 puntos de muestras, representados en cuatro tomas de muestras o periodos (entre noviembre y diciembre), de esta manera describir los **parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum***, la cual lo detallamos en las tablas adjuntas:

Se realizó el análisis de parámetros del primer periodo **pre test**, noviembre, P1 punto de muestreo 1, la cual se detalla:

Tabla 7

Muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1

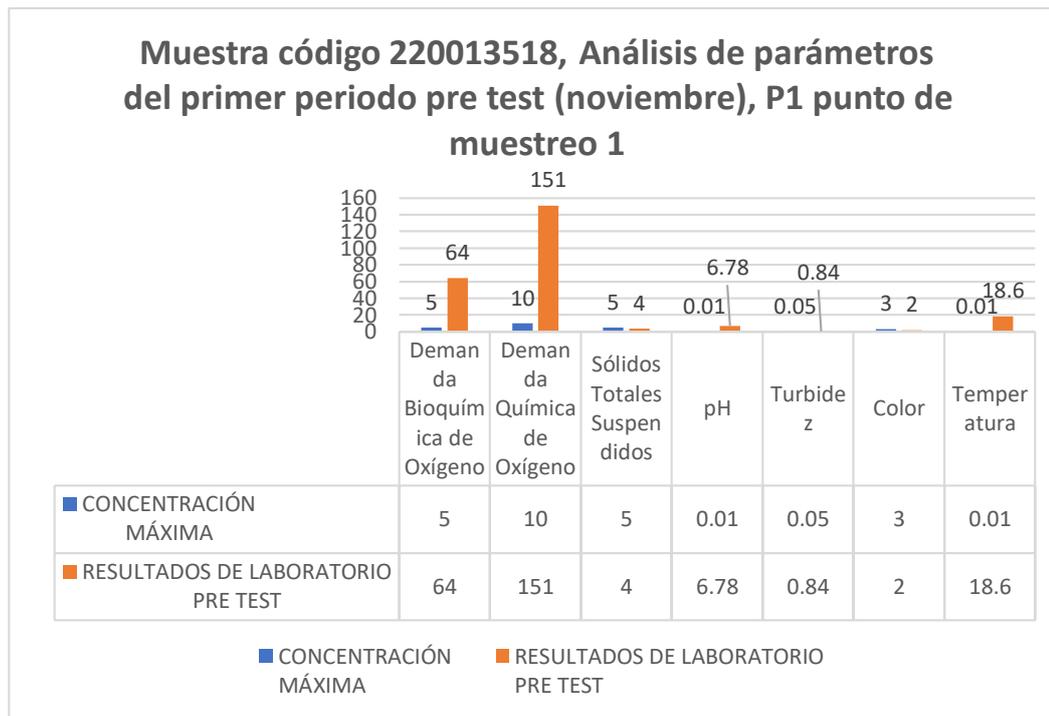
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg/L	64
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	151
Sólidos Totales Suspendidos	5	mg/L	<5
pH (Referencial)	0.01	Unidad de pH	6.78
Turbidez	0.05	NTU	0.84
Color	3	UC	<3
Temperatura	0.01	C	18.60

Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro. 220013518/2022, muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1.

Los resultados de laboratorio indica que el **Límite de Cuantificación de Métodos** con respecto a **Demanda Bioquímica de Oxígeno** tiene un valor estándar de 5, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de 64, considerando para una **clasificación D1** tiene como LMP 15, por lo que no clasifica para riego restringido, ni bebida de animales, con respecto a **Demanda Química de Oxígeno** tiene un valor estándar de 10, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de 151, considerando para una **clasificación D1** tiene como LMP 40, por lo que no clasifica para riego restringido, ni bebida de animales, con respecto a **Sólidos Totales Suspendidos** tiene un valor estándar de 5, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de menor que 5, con respecto al **pH (Potencial de Hidrógeno)** tiene un valor estándar de 0.01, mediante la unidad de medida pH, presenta un valor cuantitativo de 6.78, clasificado en **categoría D1**, Riego de vegetales, agua para riego no restringido y bebida de animales, con respecto a la **turbidez** tiene un valor estándar de 0.05, mediante la unidad de medida NTU, presenta un valor cuantitativo de 0.84, con respecto al **color** tiene un valor estándar de 3, mediante la unidad de medida UC, presenta un valor cuantitativo menor a 3, con respecto a **la temperatura** tiene un valor estándar de 0.01, mediante la unidad de medida C, presenta un valor cuantitativo de 18.60. El análisis respecto a **Físico Químicos**, Conductividad eléctrica tiene LCM 0.0254 con unidad de medida umhos/pulg la cual tiene como resultado 211, el análisis respecto a **Microbiológicos**, Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP) tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 la cual tiene como resultado menor a 1.8, Escherichia coli tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 ml la cual tiene como resultado menor a 1.8, el análisis respecto a **Sensoriales**, Olor tiene como resultado aceptable.

Gráfico 1

Muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1



Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro 220013518/2022, muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1.

Así como se muestra en el gráfico NRO. 01, se describen los resultados como no aceptables porque se encuentran muy alejados de los LMP (Concentración máxima). Los resultados de parámetros químicos y biológicos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8

Muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1

físico químicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Conductividad Eléctrica	0.0254	umhos/pulg	211
microbiológicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Coliformes Fecales o Termotolerantes	1.8	NMP/100 mL	<1.8
Escherichia coli	1.8	NMP/100 mL	<1.8
sensoriales			

análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Olor	---	---	Aceptable

Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro 220013518/2022, muestra código 220013518, Análisis de parámetros del primer periodo pre test (noviembre), P1 punto de muestreo 1

De acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con respecto a **Físicos químicos**, la **conductividad** tiene un valor de 211 umhos/pulgada, con respecto a **Microbiológicos, Coliformes Fecales o Termotolerantes** tiene un valor de <1.8 NMP/100 ml, con respecto a **Escherichia coli**, tiene un valor de <1.8 NMP/100 ml, con respecto a **sensoriales: olor**, es Aceptable.

Por los resultados, se muestran debajo de los LMP (**Concentración máxima**), por lo que no son aceptable para pertenecer a la categoría 1.

Se realizó el análisis de parámetros del segundo punto como **post test** (noviembre), como P2 punto de muestreo 2, la cual se detalla:

Tabla 9

Muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2

análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg/L	58
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	141
Sólidos Totales Suspendidos	5	mg/L	<5
pH (Referencial)	0.01	Unidad de pH	6.84
Turbidez	0.05	NTU	0.78
Color	3	UC	<3
Temperatura	0.01	C	19.30

Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro. 220013519/2022, muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2.

Los resultados de laboratorio indica que el **Límite de Cuantificación de Métodos** con respecto a **Demanda Bioquímica de Oxígeno** un valor cuantitativo de 58 mg/L, considerando para una **clasificación D1** tiene como

LMP 15, por lo que no clasifica para riego restringido, ni bebida de animales, con respecto a **Demanda Química de Oxígeno** tiene un valor de 141 mg/L, clasificado como **categoría D1**, tiene como LMP 40, con respecto a **Sólidos Totales Suspendidos** tiene un valor menor que 5, con respecto al **pH (Potencial de Hidrógeno)** tiene un valor estándar de 0.01, mediante la unidad de medida pH, presenta un valor cuantitativo de 6.84, clasificado en **categoría D1**, Riego de vegetales, agua para riego no restringido y bebida de animales, con respecto a la **turbidez** tiene un valor estándar de 0.05, mediante la unidad de medida NTU, presenta un valor cuantitativo de 0.78, con respecto al **color** tiene un valor menor a 3, con respecto a **la temperatura** tiene un valor de 19.30 C. El análisis respecto a **Físico Químicos**, Conductividad eléctrica tiene LCM 0.0254 con unidad de medida umhos/pulg la cual tiene como resultado 211, el análisis respecto a **Microbiológicos**, Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP) tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 la cual tiene como resultado menor a 1.8, Escherichia coli tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 ml la cual tiene como resultado menor a 1.8, el análisis respecto a **Sensoriales**, Olor tiene como resultado aceptable.

Así como se muestra en el gráfico Nro 02, se describen los resultados como no aceptables porque se encuentran muy alejados de los LMP, los resultados de **parámetros químicos y biológicos** se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 10

Muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2

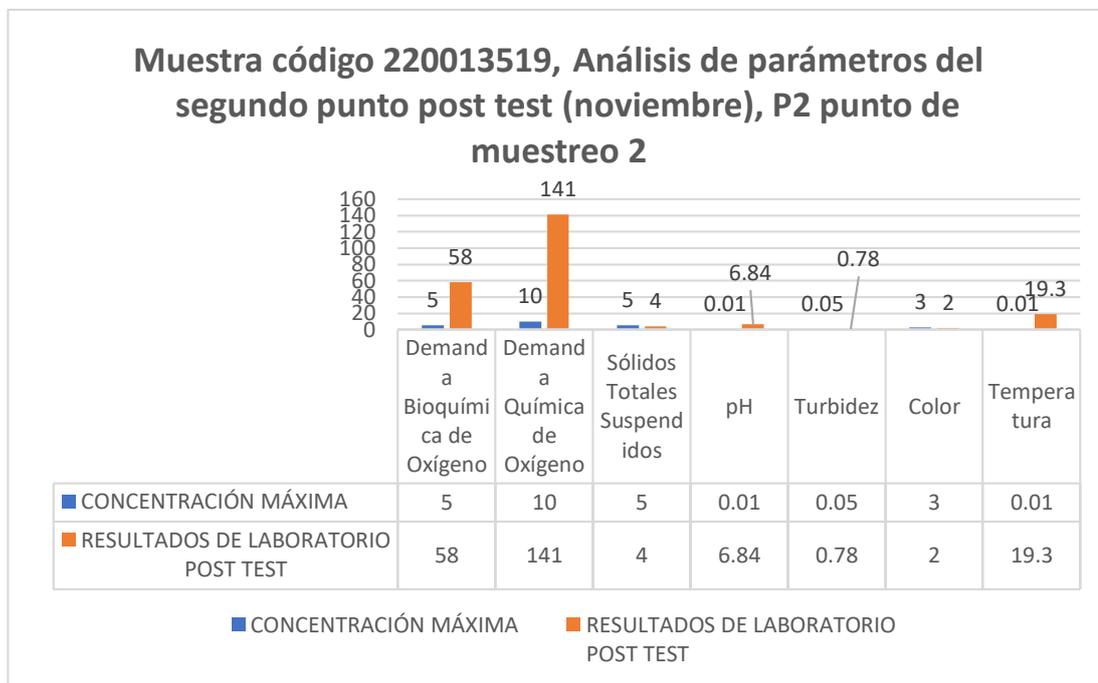
físico químicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Conductividad Eléctrica	0.0254	umhos/pulg	211
microbiológicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Coliformes Fecales o Termotolerantes	1.8	NMP/100 mL	<1.8
Escherichia coli	1.8	NMP/100 mL	<1.8
sensoriales			

análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Olor	---	---	Aceptable

Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro. 220013519/2022, muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2.

Gráfico 2

Muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2



Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro. 220013519/2022, muestra código 220013519, Análisis de parámetros del segundo punto post test (noviembre), P2 punto de muestreo 2.

De acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con respecto a **Físicos químicos**, la **conductividad** tiene un valor de 211 umhos/pulgada, con respecto a **Microbiológicos, Coliformes Fecales o Termotolerantes** tiene un valor de <1.8 NMP/100 ml, con respecto a **Escherichia coli**, tiene un valor de <1.8 NMP/100 ml, con respecto a **sensoriales: olor**, es Aceptable.

Por los resultados, se muestran debajo de los LMP (concentración máxima), por lo que no son aceptable para pertenecer a la categoría 1.

Se realizó el análisis de parámetros del tercer punto como **post test** (diciembre), como P3, de fecha 28/12/2022 los informes de ensayo **INFORME**

DE ENSAYO Nro. 220014700/2022 e INFORME DE ENSAYO Nro. 220014701/2022.

Coordenadas 9.98121372 S 76.28017083 W, Frascos de Plástico / Tres (03) unidades de 1L, Dos (02) unidades de 500 ml y Dos (02) unidades de 250 ml.

Los resultados luego de un periodo de espera de casi 30 días, para describir en forma detallada los **parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum**. Se tiene los siguientes resultados:

Tabla 11

Muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3

análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg/L	7
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	17
Sólidos Totales Suspendidos	5	mg/L	<5
pH (Referencial)	0.01	Unidad de pH	7.25
Turbidez	0.05	NTU	2.26
Color	3	UC	<3
Temperatura	0.01	C	22.50

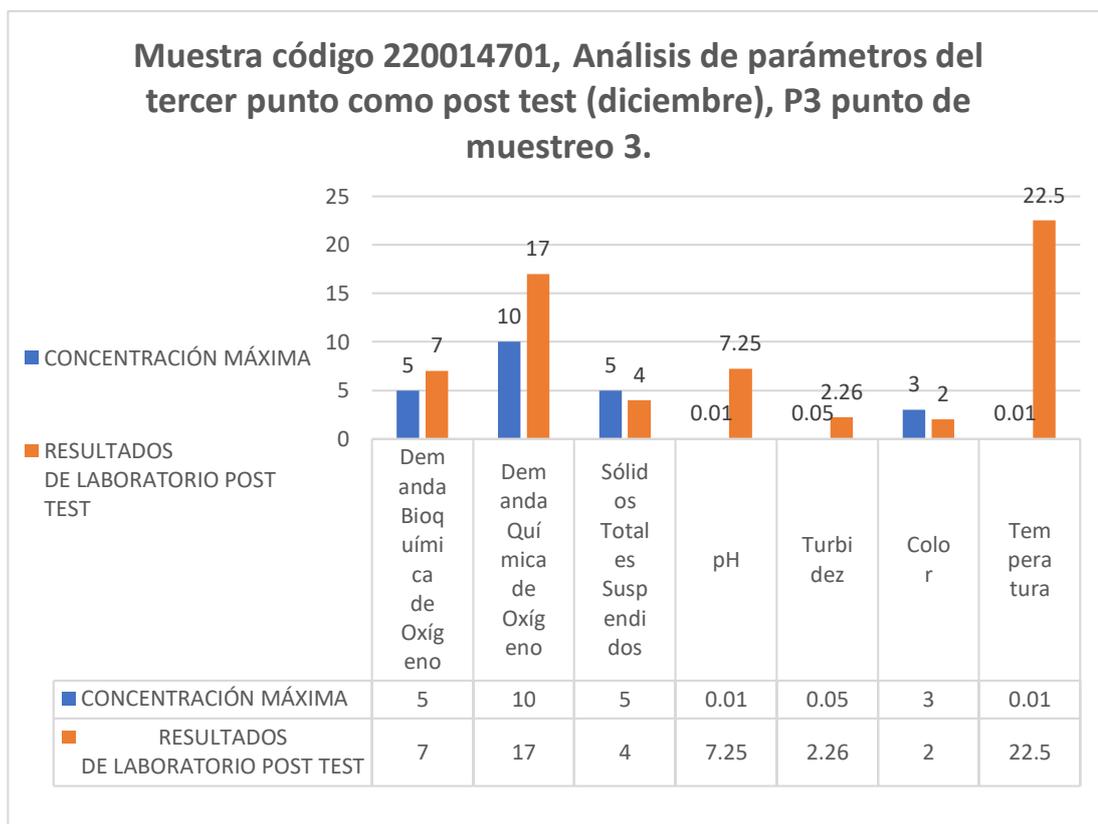
Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro. 220014701/2022, muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3.

Los resultados de laboratorio indica que el **Límite de Cuantificación de Métodos** con respecto a **Demanda Bioquímica de Oxígeno** tiene un valor estándar de 5, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de 7, clasificado como **categoría A2**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, con respecto a **Demanda Química de Oxígeno** tiene un valor estándar de 10, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de 17, clasificado como **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con respecto a **Sólidos Totales Suspendidos** tiene un valor estándar de 5,

mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de menor que 5, con respecto **al pH (Potencial de Hidrógeno)** tiene un valor estándar de 0.01, mediante la unidad de medida pH, presenta un valor cuantitativo de 7.25, clasificado como **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con respecto a la **turbidez** tiene un valor estándar de 0.05, mediante la unidad de medida NTU, presenta un valor cuantitativo de 2.26, clasificado como **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con respecto al **color** tiene un valor estándar de 3, mediante la unidad de medida UC, presenta un valor cuantitativo menor a 3, con respecto a **la temperatura** tiene un valor estándar de 0.01, mediante la unidad de medida C, presenta un valor cuantitativo de 22.50. El análisis respecto a **Físico Químicos**, Conductividad eléctrica tiene LCM 0.0254 con unidad de medida umhos/pulg la cual tiene como resultado 138, el análisis respecto a **Microbiológicos**, Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP) tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 ml la cual tiene como resultado 3300, Escherichia coli tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 ml la cual tiene como resultado 2600, el análisis respecto a **Sensoriales**, Olor tiene como resultado aceptable.

Gráfico 3

Muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3



Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro. 220014701/2022, muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3

Así como se muestra en el gráfico Nro 03, se aprecia que se encuentra dentro de LCM (Límite de Cuantificación de Métodos), los resultados se aplican a la muestra está basada en pruebas del laboratorio Pacific Control S.A.C. según el Decreto Supremo Nro 004-2017-MINAM, los resultados se pueden comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 12

Muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3

físico químicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Conductividad Eléctrica	0.0254	umhos/pulg	138
microbiológicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Coliformes Fecales o Termotolerantes	1.8	NMP/100 mL	3300
Escherichia coli	1.8	NMP/100 mL	2600
sensoriales			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Olor	---	---	Aceptable

Nota. Parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum. 220014701/2022, muestra código 220014701, Análisis de parámetros del tercer punto como post test (diciembre), P3 punto de muestreo 3.

De acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con respecto a **Físicos químicos**, la **conductividad** tiene un valor de 138 umhos/pulgada al convertir la unidad de medida en $\mu\text{S}/\text{cm}$ tenemos como resultado $350.52 \mu\text{S}/\text{cm}$, con respecto a **Microbiológicos**, **Coliformes Fecales o Termotolerantes** tiene un valor de 3300 NMP/100 mL clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, **Escherichia coli**, tiene un valor de 2600 NMP/100 MI, clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, con respecto a **sensoriales**, **olor**, con factor de dilución a 25 C, es Aceptable.

Se realizó el análisis de parámetros del cuarto punto como **post test** (diciembre), como P4, la cual detallaremos en la siguiente tabla:

Tabla 13

Muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4

análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg/l	5
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	12
Sólidos Totales Suspendidos	5	mg/L	7
pH (Referencial)	0.01	Unidad de pH	7.20
Turbidez	0.05	NTU	1.59
Color	3	UC	<3
Temperatura	0.01	C	22.00

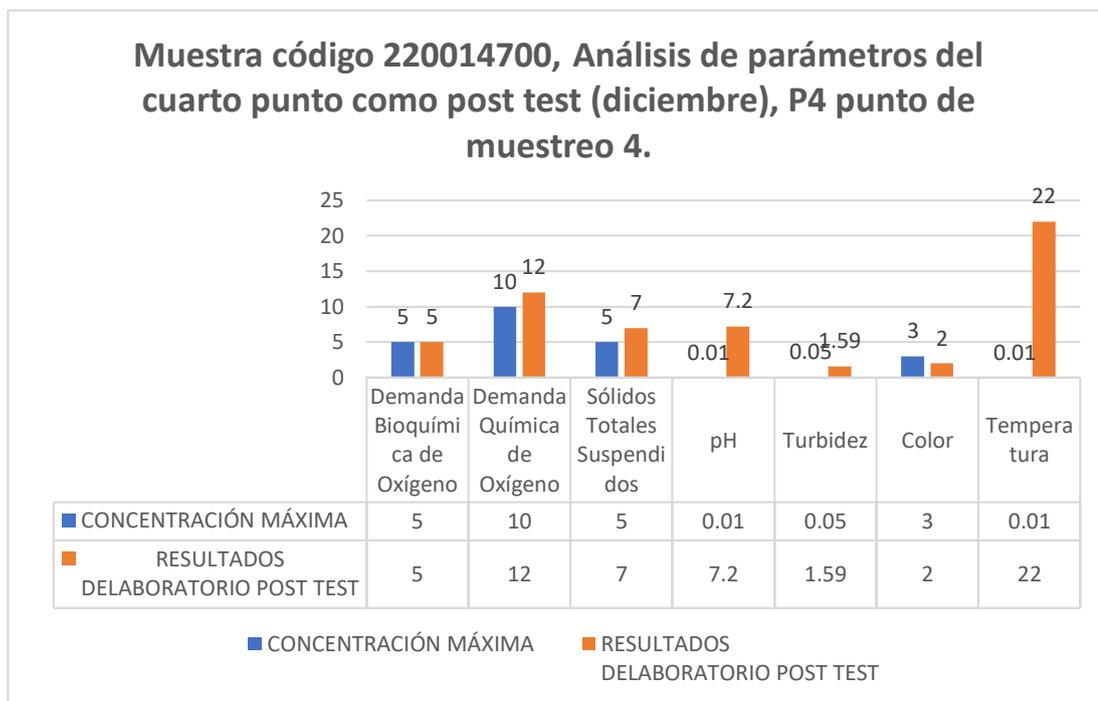
Nota. INFORME DE ENSAYO Nro. 220014700/2022, muestra código 220014700, Análisis de Parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimumomo post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4.

Los resultados de laboratorio indica que el **Límite de Cuantificación de Métodos** con respecto a **Demanda Bioquímica de Oxígeno** tiene un valor estándar de 5, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de 5, clasificado como **categoría A2**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, con respecto a **Demanda Química de Oxígeno** tiene un valor estándar de 10, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de 12, clasificado como **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con respecto a **Sólidos Totales Suspendidos** tiene un valor estándar de 5, mediante la unidad de medida mg/L, presenta un valor cuantitativo de 7, con respecto al **pH (Potencial de Hidrógeno)** tiene un valor estándar de 0.01, mediante la unidad de medida pH, presenta un valor cuantitativo de 7.20, clasificado como **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con respecto a la **turbidez** tiene un valor estándar de 0.05, mediante la unidad de medida NTU, presenta un valor cuantitativo de 1.59, clasificado como **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas

con desinfección, con respecto al **color** tiene un valor estándar de 3, mediante la unidad de medida UC, presenta un valor cuantitativo menor a 3, con respecto a **la temperatura** tiene un valor estándar de 0.01, mediante la unidad de medida C, presenta un valor cuantitativo de 22.00.

Gráfico 4

Muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4



Fuente. INFORME DE ENSAYO Nro. 220014700/2022, muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4.

En conclusión, el análisis respecto a **Físico Químicos**, Conductividad eléctrica tiene LCM 0.0254 con unidad de medida umhos/pulg la cual tiene como resultado 138, el análisis respecto a **Microbiológicos**, Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP) tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 ml la cual tiene como resultado 2300, Escherichia coli tiene LCM 1.8 con unidad de medida NMP/100 ml la cual tiene como resultado 1700, el análisis respecto a **Sensoriales**, Olor tiene como resultado aceptable.

Así como se muestra en el gráfico NRO. 04, se aprecia que se encuentra dentro de LCM (concentración máxima), los resultados se aplican a la muestra está basada en pruebas del laboratorio Pacific Control S.A.C. según el

Decreto Supremo NRO. 004-2017-MINAM, los resultados se pueden comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 14

Muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4

físico químicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Conductividad Eléctrica	0.0254	umhos/pulg	138
microbiológicos			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
coliformes fecales o termotolerantes	1.8	nmp/100 ml	2300
Escherichia coli	1.8	NMP/100 mL	1700
sensoriales			
análisis	Concentración máxima	Unidad de medida	Resultados de laboratorio
Olor	---	---	Aceptable

Nota. INFORME DE ENSAYO Nro. 220014700/2022, muestra código 220014700, Análisis de parámetros del cuarto punto como post test (diciembre), P4 punto de muestreo 4.

De acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con respecto a **Físicos químicos**, la **conductividad** tiene un valor de 138 umhos/pulgada al convertir la unidad de medida en $\mu\text{S}/\text{cm}$ tenemos como resultado $350.52 \mu\text{S}/\text{cm}$, con respecto a **Microbiológicos, Coliformes Fecales o Termotolerantes** tiene un valor de 2300 NMP/100 ml clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, **Escherichia coli**, tiene un valor de 1700 NMP/100 ML, clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, con respecto a **sensoriales, olor**, con factor de dilución a 25C, es Aceptable.

Todos los análisis realizados para describir los **parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.**

Por lo que, se procedió a realizar la **comparación entre los resultados del trabajo de investigación, físico químicos, microbiológicos y sensoriales**, que fueron realizados por el Laboratorio Pacific Control S.A.C. acreditado por el INACAL, clasificado en **pre test y post test**, siendo en total **cuatro puntos de toma de muestra**, como **primer punto pre test**, de fecha y hora **26/11/2022-07:00h P1**(punto de muestreo 1, código de muestra 220013518),el **segundo punto como post test**, de fecha y hora **26/11/2022-07:40h P2**(punto de muestreo 2, código de muestra 220013519). El **tercer punto como post test**, de fecha y hora **28/12/2022-07:50h P3**(punto de muestreo 3, código de muestra 220014701), y el **cuarto punto como post test**, de fecha y hora **28/12/2022-08:00h P4**(punto de muestreo 4, código de muestra 220014700)

Al realizar una comparación de los resultados de acuerdo con los parámetros, **físico químicos, microbiológicos y sensoriales de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum** tenemos los siguientes puntos de análisis:

- **Describir los parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.**

Fue elaborado a partir de los resultados del análisis de laboratorio de parámetro físico (sólidos totales, turbidez, pH, temperatura y conductividad), el cual se detalla: Los resultados de laboratorio indica los **Límites de Cuantificación de Métodos (como concentración máxima)**, clasificados según el **Decreto Supremo NRO. 004-2017-MINAM**, la cual se procede a describir:

Tabla 15

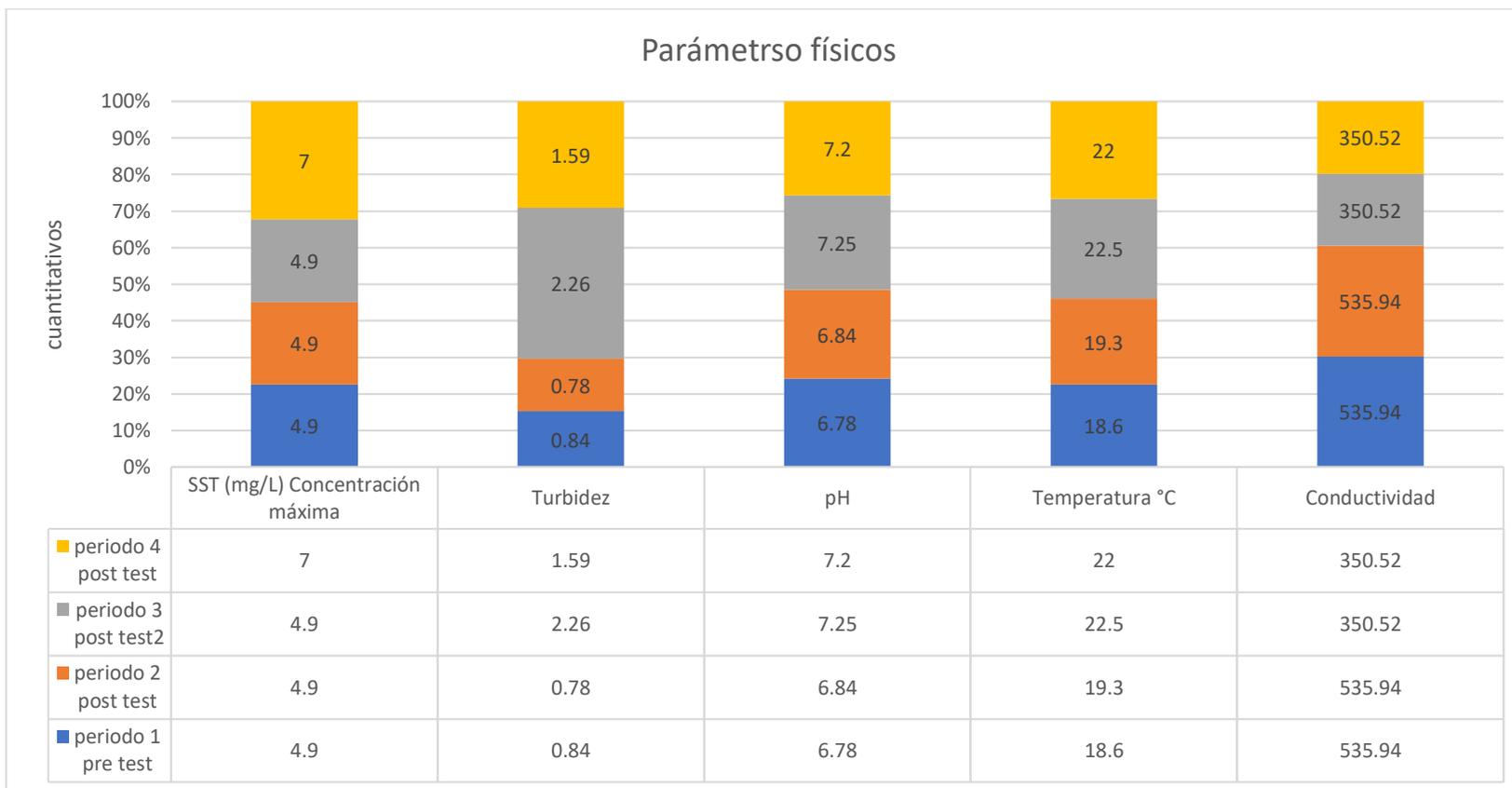
Parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.

Parámetros físicos								
Parámetros	Análisis periodo 1 Pre test antes de la rizofiltración	Análisis periodo 2 Post test después de la rizofiltración	Análisis periodo 3 Post test después de la rizofiltración	Análisis periodo 4 Post test después de la rizofiltración	\bar{x}	EE	LI	LS
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	<5	<5	<5	7	4.75	0.75	4.00	7.00
Turbidez	0.84	0.78	2.26	1.59	1.3675	0.34994	0.78	2.26
Potencial de hidrógeno pH	6.78	6.84	7.25	7.20	7.0175	0.12086	6.78	7.25
Temperatura C	18.60	19.30	22.50	22.00	20.60	0.96868	18.60	22.50
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	535.94	535.94	350.52	350.52	443.23	53.52614	350.52	535.94

Nota. Parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum con respecto a los Resultados, por el Laboratorio Pacific Control S.A.C.

Gráfico 5

Parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum



Nota. Parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum con respecto a los Resultados, por el Laboratorio Pacific Control S.A.C.

Los resultados se muestran en la tabla NRO.17 y en el gráfico NRO.07, **son datos cuantitativos**, obtenidos de los puntos de muestreo antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, en función a cuatro periodos, clasificados como **pre test y post test**, siendo en total cuatro puntos de toma de muestra en diferentes periodos, luego fue analizado por el Laboratorio Pacific Control S.A.C., los parámetros físicos: **Se observa que los sólidos suspendidos** totales tiene una tendencia creciente, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de <5 mg/L **se mantiene** en el periodo 2 a <5 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de <5 mg/L **se mantiene** en el periodo 3 a <5 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de <5 mg/L **creció** en el periodo 4 a 7 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 2.1 mg/L; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra en un óptimo resultado después de la rizofiltración con un valor de 7 mg/L tiene un óptimo resultado el punto de muestreo 4 con un valor de 7 mg/L, siendo el LCM 5 mg/L. **Se observa que la Turbidez** tiene una tendencia **decreciente**, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 0.84 se **incrementa** en el periodo 2 a 0.78 (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 0.06, con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 0.84 **creció** en el periodo 3 a 2.26 (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 1.42, **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de 0.84 **creció** en el periodo 4 a 1.59 (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 0.75; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra por debajo del ECA para Agua, **Categoría 1**: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. **Se observa que el Potencial de Hidrógeno pH** tiene una **tendencia creciente**, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 6.78 pH **creció** en el periodo 2 a 6.84 (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 0.06 pH. con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 6.78 pH **creció** en el periodo 3 a 7.25 (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 0.47 pH, **finalmente**

comparando con el periodo 4, el P1 punto de muestreo 1 de 6.78 pH **creció** en el periodo 4 a 7.20 pH (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 0.42 pH; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra en un óptimo resultado después de la rizofiltración con un valor de 7.2 pH, se encuentra en el rango 6.5-8.5 pH, clasificado en la **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección siendo el LCM 10 mg/L (**Decreto Supremo NRO. 004-2017-MINAM**). **Se observa que la temperatura** tiene una tendencia **creciente**, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 18.6 C **creció** en el periodo 2 a 19.3 C (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 0.7 C. con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 18.6 C **creció** en el periodo 3 a 22.50 C (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 3.9 C, **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de 18.6 C **creció** en el periodo 4 a 22.0 C (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 3.4 C; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra por debajo de los Límites Máximos Permisibles (**Decreto Supremo NRO. 004-2017-MINAM**). **Se observa que la conductividad $\mu\text{S/cm}$** tiene una tendencia **decreciente**, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 535.94 $\mu\text{S/cm}$ se **mantiene** al periodo 2 a 535.94 $\mu\text{S/cm}$ (después de la rizofiltración, **post test**), con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 535.94 $\mu\text{S/cm}$ **decreció** en el periodo 3 a 350.52 $\mu\text{S/cm}$ (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 185.42 $\mu\text{S/cm}$, **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de 535.94 $\mu\text{S/cm}$ **decreció** en el periodo 4 a 350.52 $\mu\text{S/cm}$ (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 185.42 $\mu\text{S/cm}$; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra por debajo del ECA para Agua, **Categoría 4**: conservación del ambiente acuático.

- **Describir los parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.**

Fue elaborado a partir de los resultados del análisis de laboratorio de parámetro químicos (demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno), el cual se detalla: Los resultados de laboratorio indica los **Límites de Cuantificación de Métodos (como concentración máxima), clasificados según el Decreto Supremo NRO. 004-2017-MINAM**, la cual se procede a describir:

Tabla 16

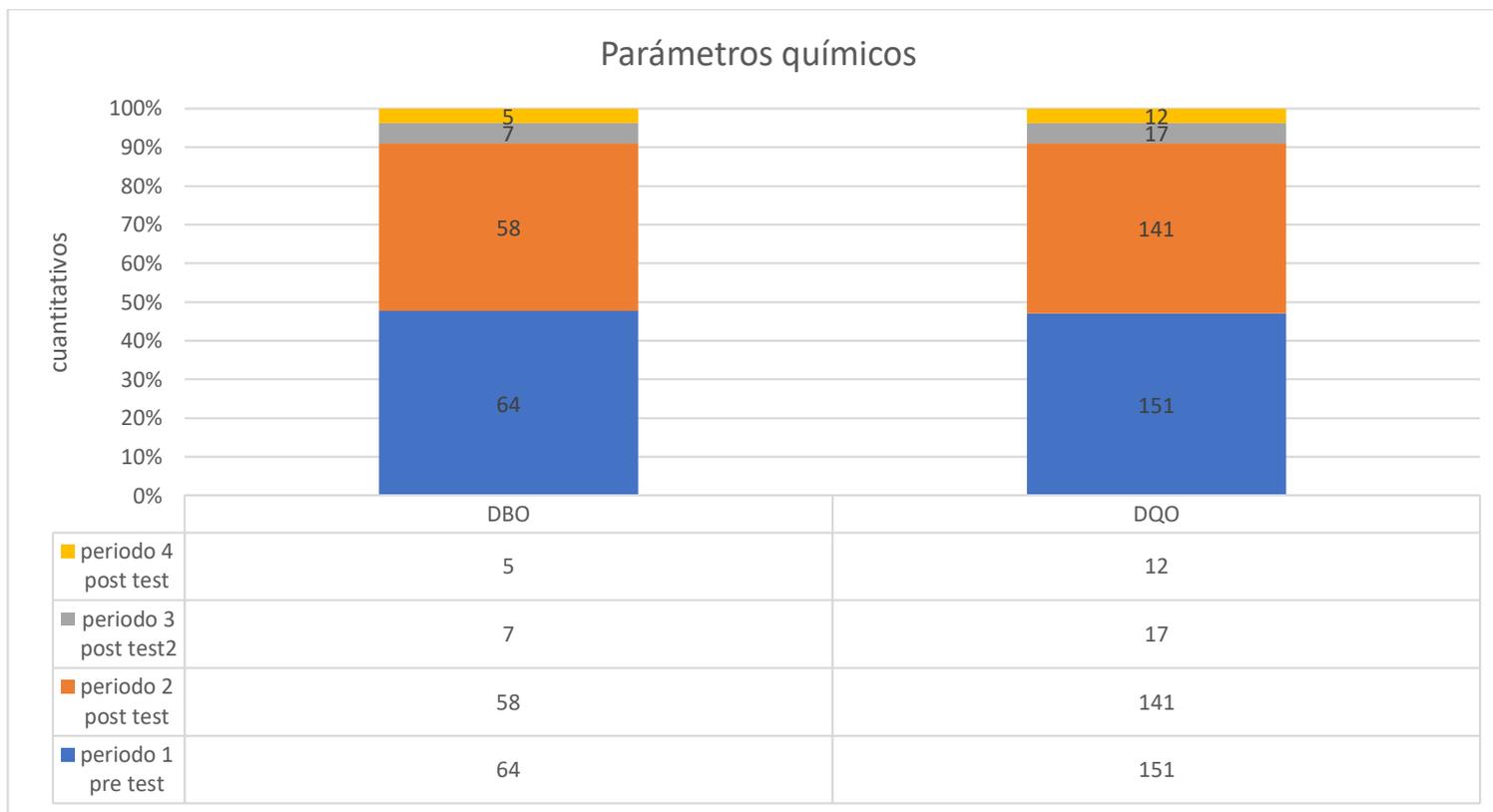
Parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum

Parámetros	Parámetros químicos				\bar{x}	EE	LI	LS
	Análisis periodo 1 Pre test antes de la rizofiltración	Análisis periodo 2 Post test después de la rizofiltración	Análisis periodo 3 Post test después de la rizofiltración	Análisis periodo 4 Post test después de la rizofiltración				
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	64	58	7	5	33.50	15.92953	5	64
Demanda química de oxígeno (mg/L)	151	141	17	12	80.25	38.02932	12	151

Nota. Parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum con respecto a los Resultados, por el Laboratorio Pacific Control S.A.C.

Gráfico 6

Parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum



Nota. Parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum con respecto a los Resultados, por el Laboratorio Pacific Control S.A.C

Los resultados se muestran en la tabla Nro. 18 y en el gráfico Nro. 08, **son datos cuantitativos**, obtenidos de los puntos de muestreo antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, en función a cuatro periodos, clasificados como **pre test y post test**, siendo en total cuatro puntos de toma de muestra en diferentes periodos, luego fue analizado por el Laboratorio Pacific Control S.A.C., los parámetros químicos: **Se observa que la demanda bioquímica de oxígeno** tiene una tendencia decreciente, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 64 mg/L **decreció** en el periodo 2 a 58 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 6 mg/L, con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 64 mg/L **decreció** en el periodo 3 a 7 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 57 mg/L, **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de 64 mg/L **decreció** en el periodo 4 a 5 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 59 mg/L; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra en un óptimo resultado después de la rizofiltración (**post test, periodo 4**) con un valor de 5 mg/L, clasificado en la **categoría A2**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional siendo el LMP(Concentración máxima) 5 mg/L (**Decreto Supremo Nro. 004-2017-MINAM**). **Se observa que la demanda química de oxígeno** tiene una **tendencia decreciente**, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 151 mg/L **decreció** en el periodo 2 a 141 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 10 mg/L, con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 151 mg/L **decreció** en el periodo 3 a 17 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 134 mg/L, **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de 151 mg/L **decreció** en el periodo 4 a 12 mg/L (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 139 mg/L; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra en un óptimo resultado después de la rizofiltración con un valor de 12 mg/L,

clasificado en la **categoría A1**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección siendo el LCM (concentración máxima) 10 mg/L (**Decreto Supremo NRO. 004-2017-MINAM**).

- **Describir los parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum.**

Fue elaborado a partir de los resultados del análisis de laboratorio de parámetro microbiológico (número de coliformes fecales o termo tolerantes, Escherichia Coli), el cual se detalla:

Tabla 17

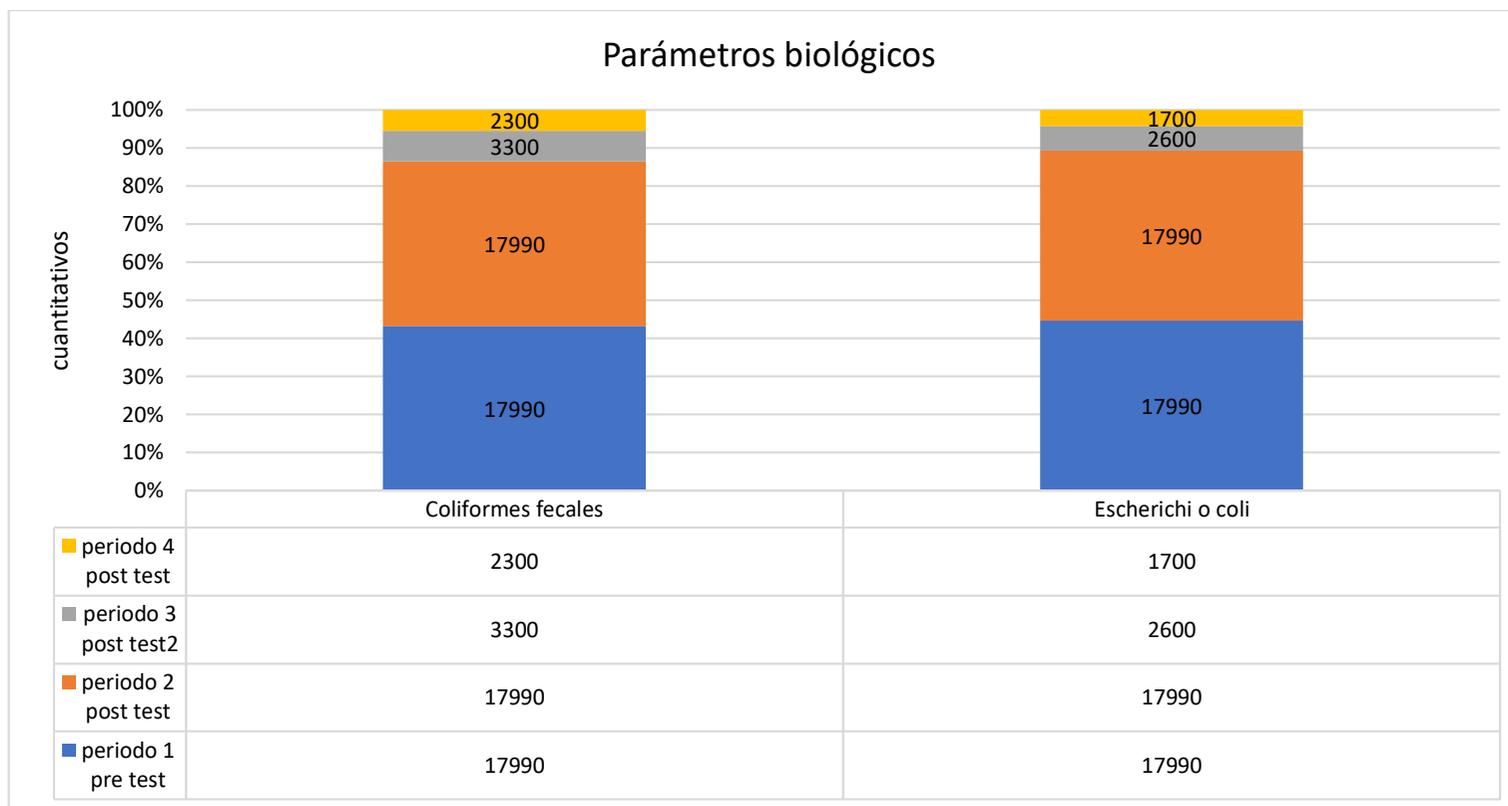
Parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum

Parámetros biológicos								
Parámetros	Análisis periodo 1 Pre test antes de la rizofiltración	Análisis periodo 2 Post test después de la rizofiltración	Análisis periodo 3 Post test después de la rizofiltración	Análisis periodo 4 Post test después de la rizofiltración	\bar{x}	EE	LI	LS
coliformes fecales o termotolerantes (NMP/100mL)	17990	17990	3300	2300	10395	4389.72380	2300	17990
Escherichia coli (NMP/100mL)	17990	17990	2600	1700	10070	4576.30309	1700	17990

Nota. Parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum con respecto a los Resultados, por el Laboratorio Pacific Control S.A.C.

Gráfico 7

Parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum



Nota. Parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum con respecto a los Resultados, por el Laboratorio Pacific Control S.A.C.

Los resultados se muestran en la tabla Nro.19 y en el gráfico Nro. 09, **son datos cuantitativos**, obtenidos de los puntos de muestreo antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, en función a cuatro periodos, clasificados como **pre test y post test**, siendo en total cuatro puntos de toma de muestra en diferentes periodos, luego fue analizado por el Laboratorio Pacific Control S.A.C., los parámetros biológicos: **Se observa que los coliformes fecales o termo tolerantes NMP/100 ml tiene una tendencia de decrecimiento**, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 17990 NMP/100 ml se **mantiene** al periodo 2 a 17990 NMP/100 ml (después de la rizofiltración, **post test**), con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 17990 NMP/100 ml **decreció** en el periodo 3 a 3300 NMP/100 ml. (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 14690 NMP/100 ml, **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de 17990 NMP/100 ml **decreció** en el periodo 4 a 2300 NMP/100 ml (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 15690 NMP/100 ml; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra en un óptimo resultado después de la rizofiltración con un valor de 2300 NMP/100 ml, clasificado en la **categoría A2**, aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección siendo el LMP(concentración máxima) 2000 NMP/100 ml (**Decreto Supremo Nro. 004-2017-MINAM**). **Se observa que La Escherichia coli NMP/100 ml tiene una tendencia de decrecimiento**, en el periodo antes de la rizofiltración considerado como **pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 17990 NMP/100 ml se **mantiene** al periodo 2 a 17990 NMP/100 ml (después de la rizofiltración, **post test**), con respecto al **periodo 3, el pre test**, el P1 punto de muestreo 1 de 17990 NMP/100 ml **decreció** en el periodo 3 a 2600 NMP/100 ml (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 15390 NMP/100 ml, **finalmente comparando con el periodo 4**, el P1 punto de muestreo 1 de 17990 NMP/100 ml **decreció** en el periodo 4 a 1700 NMP/100 ml (después de la rizofiltración, **post test**), con una diferencia de 16290 NMP/100 ml; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra en un óptimo resultado después de la rizofiltración con un valor de

1700 NMP/100 ml, clasificado en la **categoría D1**, aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. es decir Aguas para riego restringido, siendo el LMP 1000 NMP/100 ml (**Decreto Supremo Nro. 004-2017-MINAM**).

4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS

PRUEBA DE NORMALIDAD

Para determinar la pertinencia del uso de un procedimiento paramétrico. Se empleó la prueba de normalidad de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* tienen efecto en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 18

Pruebas de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E.coli	,307	4	.	,753	4	,041

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, prueba de normalidad

Se observa, que el p-valor obtenido (significancia bilateral), es menor a 0.05, se emplea la prueba Shapiro - Wilk por tener una muestra menor a 50, por lo cual tenemos:

Ha: Los datos tienen una distribución normal.

Ho: Los datos no tienen una distribución normal.

Tabla 19

Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk

	Estadístico	gl	p
E.coli	0,753	4	0,041

Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, prueba de normalidad

Se observa, que el p-valor obtenido (significancia bilateral), es menor a 0.05, por lo tanto, como $p < 0.05$, entonces rechazamos la **H₀** y aceptamos la **H_a**, es decir los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística paramétrica.

Para determinar la hipótesis general aplicaremos la prueba paramétrica correlación de Pearson:

H_a: La rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* tienen efecto en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán.

H₀: La rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* no tienen efecto en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán.

Empleando el software SPSS 25 obtenemos el siguiente análisis:

H₀: $p=0$ (No existe correlación).

H_a: $p \neq 0$ (Si existe correlación).

Para determinar evaluaremos los parámetros físicos, químicos y biológico en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*.

- **Evaluando parámetros físicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum*.**

➤ **Criterio de Decisión.**

Figura 1

Coeficiente de correlación de Pearson

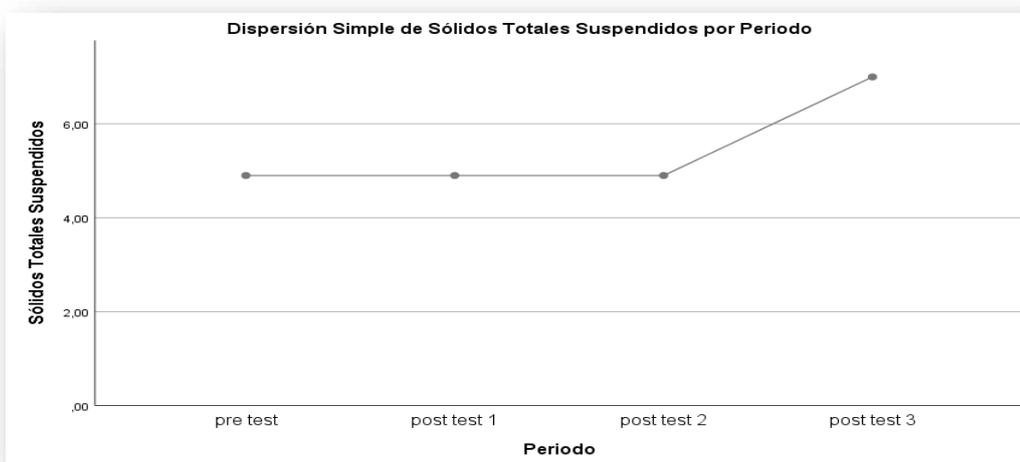
		Periodo	Sólidos Totales Suspendidos	Turbidez	pH	Temperatura	Conductividad
Periodo	Correlación de Pearson	1	,775	,688	,892	,893	-,894
	Sig. (bilateral)		,225	,312	,108	,107	,106
	N	4	4	4	4	4	4
Sólidos Totales Suspendidos	Correlación de Pearson	,775	1	,212	,503	,482	-,577
	Sig. (bilateral)	,225		,788	,497	,518	,423
	N	4	4	4	4	4	4
Turbidez	Correlación de Pearson	,688	,212	1	,941	,941	-,920
	Sig. (bilateral)	,312	,788		,059	,059	,080
	N	4	4	4	4	4	4
pH	Correlación de Pearson	,892	,503	,941	1	,999**	-,991**
	Sig. (bilateral)	,108	,497	,059		,001	,009
	N	4	4	4	4	4	4
Temperatura	Correlación de Pearson	,893	,482	,941	,999**	1	-,983*
	Sig. (bilateral)	,107	,518	,059	,001		,017
	N	4	4	4	4	4	4
Conductividad	Correlación de Pearson	-,894	-,577	-,920	-,991**	-,983*	1
	Sig. (bilateral)	,106	,423	,080	,009	,017	
	N	4	4	4	4	4	4

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, prueba de correlación de Pearson

Figura 2

Diagrama de dispersión, relación entre Sólidos Totales Suspendidos y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimum



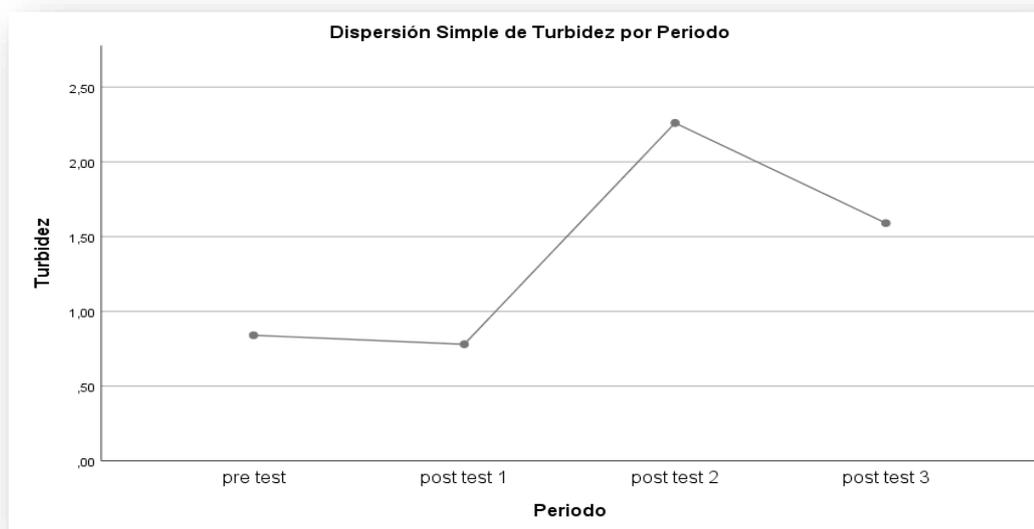
Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Sólidos Totales Suspendidos y en función del tiempo con la rizofiltración con plantas Eichhomia crassipes y Equisetum ramosissimum

En la tabla Nro. 22 y gráfico NRO.10, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Sólidos Totales Suspendidos y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson p , se obtuvo un nivel de significancia de 0.225, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.775; es decir existe una correlación positiva considerable entre variables, con una relación dependiente entre Sólidos Totales Suspendidos y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*, de 0.775 es decir el 77.5 % al respecto esta relación demuestra la tendencia:**

Cuanto mayor sea el uso de rizofiltración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* menor será la concentración de Sólidos Totales Suspendidos SST.

Figura 3

*Diagrama de dispersión, relación entre Turbidez y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum**

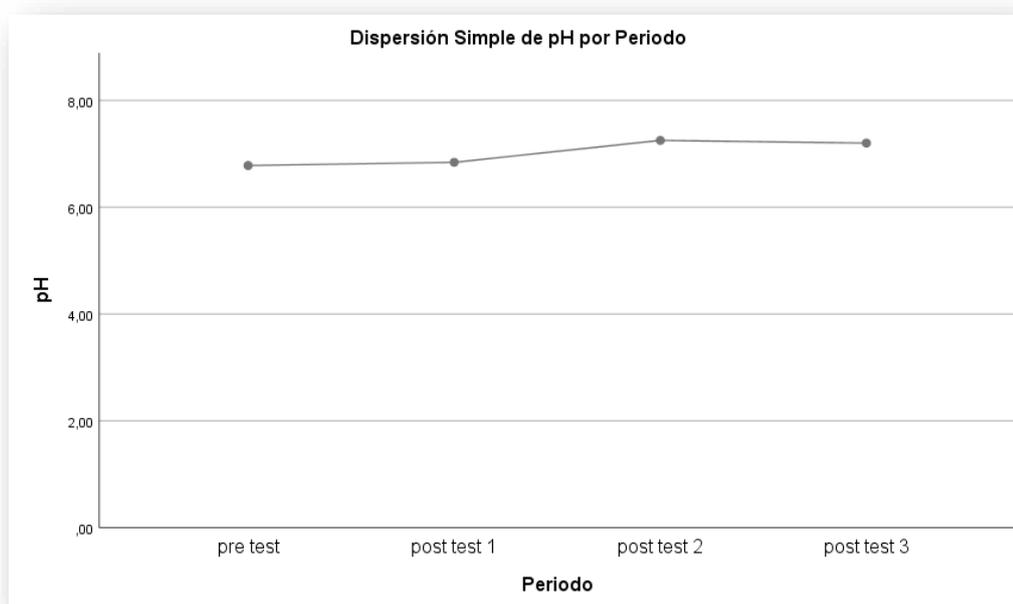


Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Turbidez y en función del tiempo con la rizofiltración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*

En el tabla Nro. 22 y gráfico NRO.11, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Turbidez y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de 0.312, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.688; es decir existe una correlación positiva media entre variables, con una relación dependiente entre Turbidez y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*, de 0.688 es decir el 68.8 % al respecto esta relación demuestra la tendencia:**

Figura 4

*Diagrama de dispersión, relación entre pH y función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum**



Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre pH y en función del tiempo con la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*

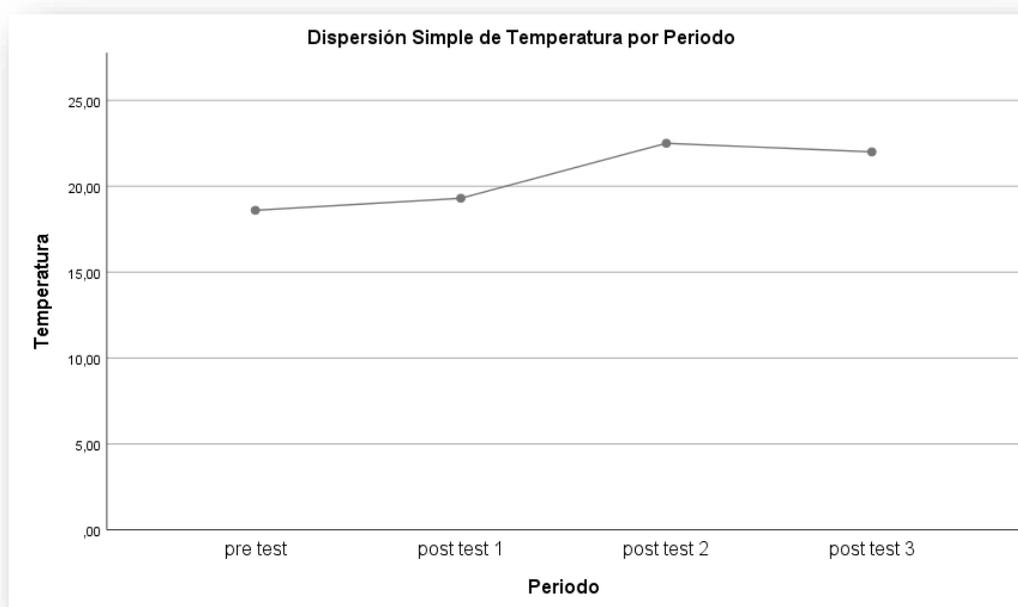
Cuanto mayor sea el uso de rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* menor será la concentración de Turbidez.

En el tabla Nro. 22 y gráfico Nro.12, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (pH y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de 0.108, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.892; es decir existe una correlación positiva considerable entre variables, con una relación dependiente entre pH y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*, de 0.892 es decir el 89.2 % al respecto esta relación demuestra la tendencia:**

Cuanto mayor sea el uso de rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* mayor será la concentración de pH.

Figura 5

*Diagrama de dispersión, relación entre Temperatura y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum**



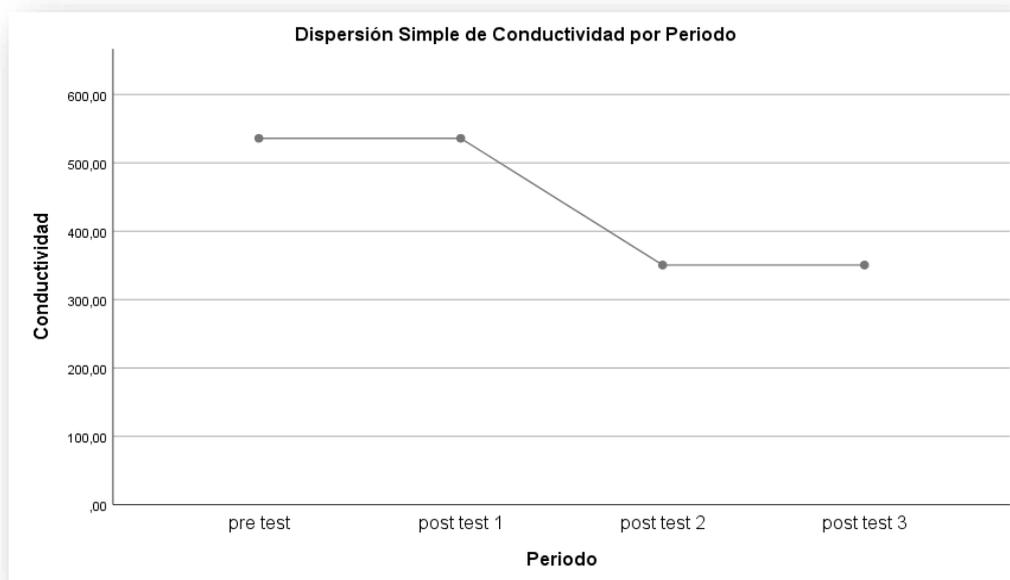
Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Temperatura y en función del tiempo con la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*

En el tabla Nro. 22 y gráfico Nro.13, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Temperatura y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimun*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de 0.107, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.893; es decir existe una correlación positiva considerable entre variables, con una relación dependiente entre Temperatura y en función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimun*, de 0.893 es decir el 89.3 % al respecto esta relación demuestra la tendencia:**

Cuanto mayor sea el uso de rizofiltración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimun* mayor será la concentración de Temperatura.

Figura 6

*Diagrama de dispersión, relación entre Conductividad y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimun**



Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Demanda Bioquímica de Oxígeno y en función del tiempo con la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimun*

En el tabla Nro. 22 y gráfico Nro.14, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Conductividad y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de - 0.894, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.894; es decir existe una correlación negativa considerable entre variables, con una relación dependiente entre Conductividad** y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*, **de 0.894 es decir el 89.4 %** al respecto esta relación demuestra la tendencia:

Cuanto mayor sea el uso de rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* menor será la concentración de Conductividad.

- **Evaluando parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum*.**
- **Criterio de Decisión.**

Figura 7

Ceficiente de Correlación de pearson

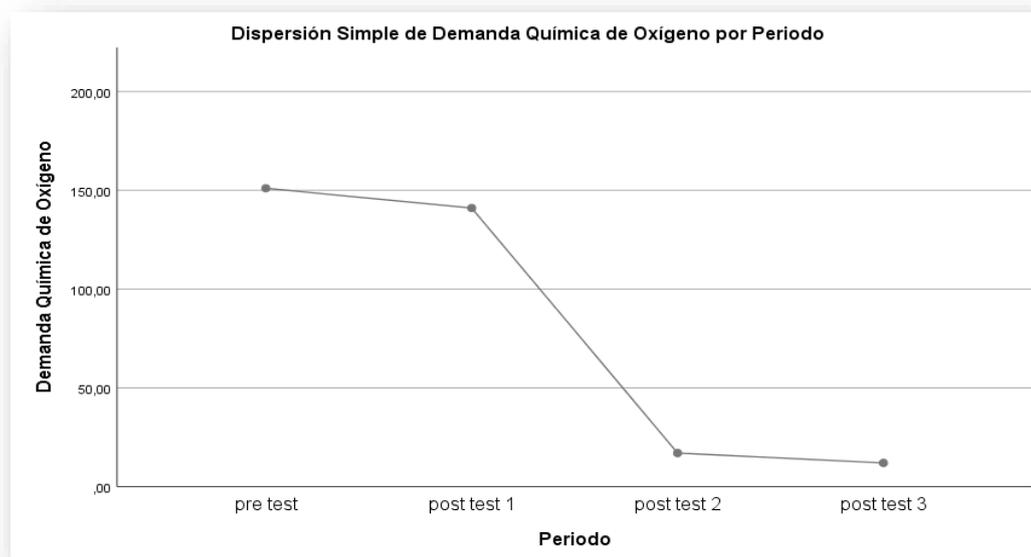
		Periodo	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Demanda Química de Oxígeno
Periodo	Correlación de Pearson	1	-,924	-,918
	Sig. (bilateral)		,076	,082
	N	4	4	4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Correlación de Pearson	-,924	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	,076		,000
	N	4	4	4
Demanda Química de Oxígeno	Correlación de Pearson	-,918	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,082	,000	
	N	4	4	4

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, prueba de correlación de Pearson

Figura 8

Coefficiente de correlación de Pearson



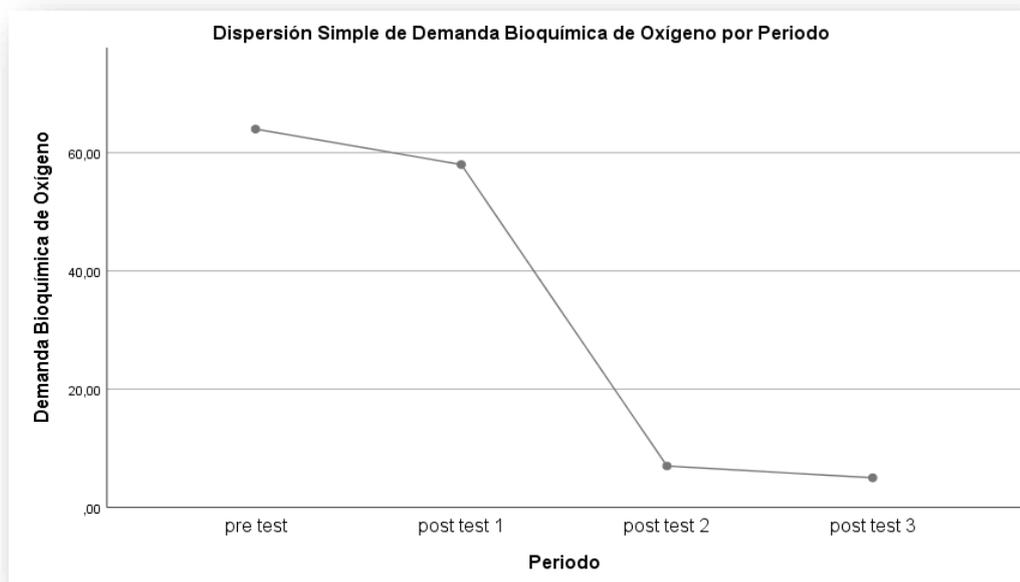
Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Demanda Bioquímica de Oxígeno y en función del tiempo con la rizofiltración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*

En la tabla Nro. 23 y gráfico Nro.15, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Demanda Bioquímica de Oxígeno y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de 0.076, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.924; es decir existe una correlación negativa muy fuerte entre variables, con una relación dependiente entre** Demanda Bioquímica de Oxígeno y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhomia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*, **de 0.924 es decir el 92.4 %** al respecto esta relación demuestra la tendencia:

Cuanto mayor sea el uso de rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* menor será la concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Figura 9

*Diagrama de dispersión, relación entre Demanda Química de Oxígeno y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum**



Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Demanda Química de Oxígeno y en función del tiempo con la rizofiltración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*

En la tabla Nro 23 y gráfico Nro16 se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Demanda Química de Oxígeno y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de 0.082, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.918; es decir existe una correlación negativa muy fuerte entre variables, con una relación dependiente entre** Demanda Química de Oxígeno y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*, **de 0.918 es decir el 91.8 %** al respecto esta relación demuestra la tendencia:

Cuanto mayor sea el uso de rizofiltración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* menor será la concentración de Demanda Química de Oxígeno.

- **Evaluando parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum*.**
- **Criterio de Decisión.**

Figura 10

Coefficiente de correlación de Pearson

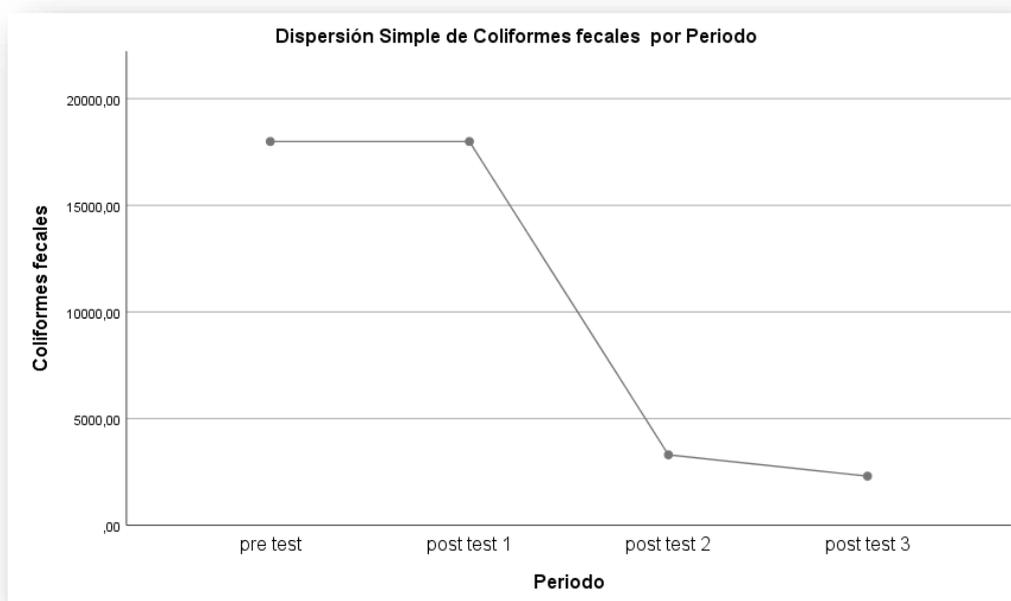
		Periodo	Coliformes fecales	Escherichia Coli
Periodo	Correlación de Pearson	1	-,908	-,906
	Sig. (bilateral)		,092	,094
	N	4	4	4
Coliformes fecales	Correlación de Pearson	-,908	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	,092		,000
	N	4	4	4
Escherichia Coli	Correlación de Pearson	-,906	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,094	,000	
	N	4	4	4

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, prueba de correlación de Pearson

Figura 11

*Diagrama de dispersión, relación entre Coliformes fecales y función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum**



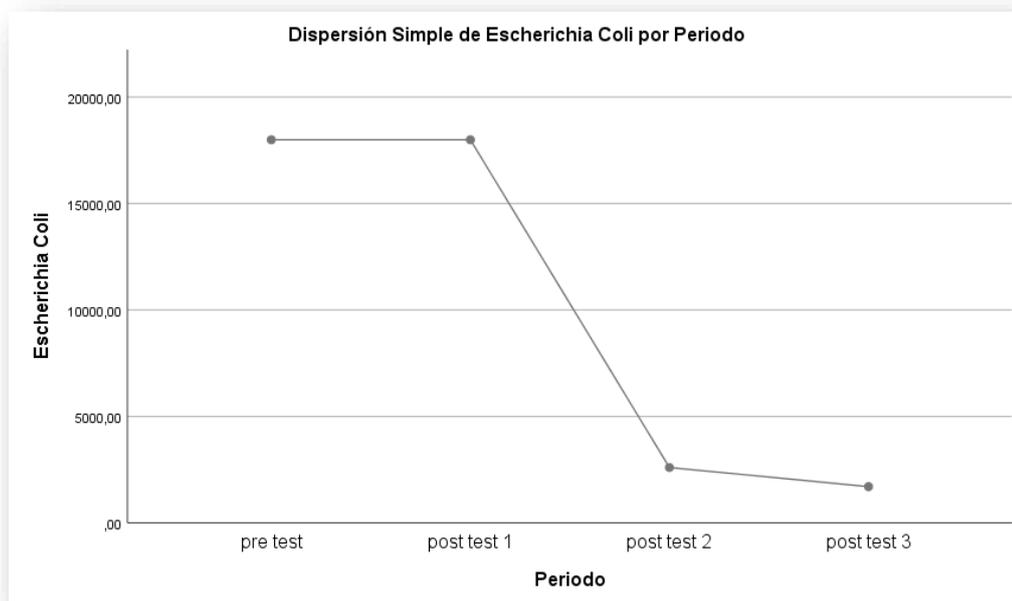
Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Coliformes fecales y en función del tiempo con la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*

En el tabla Nro 24 y gráfico Nro17, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Coliformes fecales y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de 0.092, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación estadística significativa de 0.908; es decir existe una correlación negativa muy fuerte entre variables, con una relación dependiente entre Coliformes fecales y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*, de 0.908 es decir el 90.8 % al respecto esta relación demuestra la tendencia:**

Cuanto mayor sea el uso de rizofiltración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* menor será la concentración de Coliformes fecales.

Figura 12

*Diagrama de dispersión, relación entre Escherichia Coli y función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum**



Fuente. Análisis realizado mediante el uso del software estadístico SPSS v.25, Diagrama, gráfico de Dispersión, relación entre Escherichia Coli y en función del tiempo con la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*

En el tabla Nro 24 y gráfico Nro18, se puede observar respecto a la correlación que existe entre ambas variables (Escherichia Coli y en función del tiempo con el uso de la rizo filtración con plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum*), mediante el coeficiente de correlación de Pearson ρ , se obtuvo un nivel de significancia de 0.094, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, **se demostró que existe una relación**

estadística significativa de 0.906; es decir existe una correlación negativa muy fuerte entre variables, con una relación dependiente entre Escheriachia Coli y en función del tiempo con el uso de la rizofiltración con plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum, de 0.906 es decir el 90.6 % al respecto esta relación demuestra la tendencia:

Cuanto mayor sea el uso de rizofiltración con plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum menor será la concentración de Escheriachia Coli.

CAPÍTULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- La rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum* tienen efecto en la disminución de la contaminación de las aguas del río Cayrán. De acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con respecto a **Físicos químicos**, la **conductividad** tiene un valor de 138 umhos/pulgada al convertir la unidad de medida en $\mu\text{S/cm}$ tenemos como resultado 350.52 $\mu\text{S/cm}$, con respecto a **Microbiológicos, Coliformes Fecales o Termotolerantes** tiene un valor de 2300 NMP/100 ml clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, **Escherichia coli**, tiene un valor de 1700 NMP/100 ml, clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, con respecto a **sensoriales, olor**, con factor de dilución a 25C, es Aceptable. También se analiza el punto de muestreo P2, dando como resultados: los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, con respecto a **Físicos químicos**, la **conductividad** tiene un valor de 138 umhos/pulgada al convertir la unidad de medida en $\mu\text{S/cm}$ tenemos como resultado 350.52 $\mu\text{S/cm}$, con respecto a **Microbiológicos, Coliformes Fecales o Termotolerantes** tiene un valor de 3300 NMP/100 ml clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, **Escherichia coli**, tiene un valor de 2600 NMP/100 MI, clasificado como categoría A2, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, con respecto a **sensoriales, olor**, con factor de dilución a 25C, es Aceptable.
- Referente a los resultados de acuerdo con los parámetros, **físico químicos, microbiológicos y sensoriales** de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum* describimos los parámetros físicos químicos

en función al periodo clasificado en noviembre y diciembre, ambos con dos puntos de muestreo, se observa que la demanda bioquímica de oxígeno tiene una tendencia decreciente, en el periodo antes de la rizofiltración el P1 punto de muestreo 1 de 64 mg/L decreció a 7 mg/L (después de la rizofiltración), con una diferencia de 57 mg/L y en el P2 punto de muestreo 2 de 58 mg/L(antes de la rizofiltración) decreció a 5 mg/L (después de la rizofiltración), con una diferencia de 53 mg/L; con ello concluimos que el parámetro evaluado se encuentra en un óptimo resultado después de la rizofiltración con un valor de 5 mg/L, clasificado en la **categoría A2**, es decir Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional siendo el LMP 5 mg/L

- Antes de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, la contaminación del río de Cayrán, era demasiado alto, a comparación de la rizofiltración aplicado en un espacio muestral del río Cayrán.
- Por otro lado A. Bueno en su tesis “Evaluación de la calidad de agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de san Francisco de Cayrán y Pillco marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019”, tuvo como objetivo determinar la calidad de agua del río Huancachupa, la Metodología que se utilizó para la determinación de los parámetros fue observacional (muestreos en diferentes zonas antes y después) concluye que las aguas del río Huanca chupa se encuentran contaminados, pues los estándares de calidad ambiental internacional para los cuerpos de agua son más estrictos. Mi proyecto de investigación tomo el procedimiento para captar los puntos muestrales, clasificándolos en antes y después. Subdividiendo en periodos de noviembre y diciembre.

CONCLUSIONES

- De los resultados de acuerdo a los parámetros, **físico químicos, microbiológicos y sensoriales de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum** son muy eficientes en la disminución de los parámetros, la cual fueron analizados e interpretados, por cada uno de los puntos de muestreo, clasificados en 4 puntos demuestra de las aguas del río Cayrán.
- La rizofiltración después de su comparación con los puntos de muestreo, antes y después, determinó que las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum obtienen buenos resultados al momento de clasificar e identificar sus parámetros, según **Decreto Supremo NRO. 004-2017-MINAM.**
- Se describió los parámetros físico químicos, microbiológicos y sensoriales, de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, comparados mediante los informes, emitidos por el laboratorio Pacific Control S.A.C. Quien realizo el procesamiento de datos
- Se describió los parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, mediante los informes, emitidos por el laboratorio Pacific Control S.A.C.
- Se describió los parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia Crassipes y Equisetum Ramosissimum, mediante los informes, emitidos por el laboratorio Pacific Control S.A.C.

RECOMENDACIONES

- Se plantea las siguientes recomendaciones:
 - Se recomienda el continuo estudio sobre métodos para disminuir los niveles de contaminación y se ajusten a los Límites Máximos Permisibles, con apoyo de la Autoridad Municipal de Cayrán, brindando una supervisión en cada etapa de análisis y estudio.
 - Realizar campañas de consentimiento sobre la contaminación y su prevención sobre el Distrito de Cayrán.
 - Brindar a la población incentivos para su participación en actividades de concientización.
 - Incentivar en sembrío y el uso de La rizofiltración con las plantas *Eichhornia Crassipes* y *Equisetum Ramosissimum*, creando un sistema autosustentable.
 - Facilitar información sobre el uso de la rizofiltración.
 - Financiar estudios sobre el uso de la rizo filtración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTERNATIVA, CEDAL (2005). *Desafíos del Derecho Humano al agua en el peru*. (Vol. II, pág. 19). LIMA, Peru: Gráfica Loro's S.A.
- ALTERNATIVA ; CEDAL. (2005). *Disponibilidad mundial de los recursos hidricos. Desafíos del Derecho Humano al agua en el peru* (Vol. II, pág. 19). LIMA, Peru: Gráfica Loro's S.A.
- Amador Lorenzo, E. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Impacto_ambiental
- ANA . (2016, marzo). *protocolo nacional para el protocolo de la calidad de los recursos hidricos superficiales*. lima: grafica industrial alarcon S.R.L.
- ANA. (2016, enero). *Protocolo nacional para el monitoreo para la calidad de los recursos hidricos superficiales*. Obtenido de WWW.ANA.GOB.PE: <https://www.ana.gob.pe/>
- Apella, M., & Araujo, P. (s.f.). *microbiologia de agua*. Argentina. Obtenido de <http://www.ine.es/normativa/leyes/incinor.htm>
- Baldeon, L. Chavez, J. (2017). Eficiencia de la especie macrófita *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) para la remoción de parámetros fisicoquímicos, metal pesado (Pb) y la evaluación de su crecimiento en función al tiempo y adopción al medio en una laguna experimental. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 3(1), 79-93, DOI: 10.17162/rictd.v1i1.899.
- Bueno, A. (2019). *evaluacion de la calidad del agua del rio Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, Provincia y departamento de Huanuco, junio a agosto - 2019*. Huanuco.
- CARHUARICRA, P. (2018). *Fitorremediacion por el proceso de fitodegradacion con dos especies macrofitas acuaticas limnobium laevigatum y eicchornia crassipes para el tratamiento de aguas residuales domesticas de la laguna facultativa en la localidad de pacaypampa, distrito de sa. Huánuco*.
- Carreño, F. (2016 julio-diciembre). Diseño y evaluación de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la

- Eichhornia crassipes. *Revista Colombiana De Biotecnología*, XVIII(2), 74-81, DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.52271.
- Carrero, N. & Tapia, J. (2019). Incremento del potencial de Iones de Hidrogeno (ph) del Agua miel de Coffea sp. empleando fitorremediacion con Eichhornia Crassipes M. "Jacinto de agua" para atenuar su nivel de contaminacion. *tesis para optar al titulo profesional*. jaen, peru.
- COEN. (2020). *Centro de operaciones de emergencia nacional*. Obtenido de www.indeci.gob.pe
- Cousteau, J. (2016). *The Wather Project*. Obtenido de <https://aroabarberanmartin.wixsite.com/agua/impactos-de-la-contaminacion>
- Cupe, E. & Portocarrero, C. (2018). *Evaluacion de la eficiencia de plantas acuaticas flotantes Lemna Minor (lenteja de agua), Eichhornia Crassipes (jacinto de agua) y Pistia Stratoides (lechua de agua): para el tratamiento de aguas residuales domesticas*. Lima: Universidad Nacional De Ingenieria.
- Davalos, R. (2017). *Determinación de la eficiencia para diferentes tiempos de retención hidráulica en un reactor UASB y su pos-tratamiento con plantas acuáticas (Jacinto de Agua) tratando agua residual doméstica a escala de laboratorio*. Lima: Universidad Nacional De Ingenieria.
- Direccion nacional de medio ambiente. (Laboratorio de dinama - Edicion 1996). *Manual de procedimientos analiticos para aguas y efluentes*. Obtenido de <https://docplayer.es/6454981-Manual-de-procedimientos-analiticos-para-aguas-y-efluentes.html>
- EIPeruario. (2017, 07 de junio). Aprueban estandares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *normas legales*, págs. 10 - 19. Obtenido de www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM
- En Peru* . (2015). Obtenido de en peru encuentra todo en un click: <https://www.enperu.org/huanuco/2017/01/03/distrito-san-francisco-huanuco-peru/>
- Glynn, H., & Heinke, G. (1999). *Ingenieria Ambiental* (segunda ed.). ultrasol S.A.

- Gomez, E. (2011). ecosistemas acuaticos. *proyecto de titulacion 2011*.
<https://sites.google.com/site/proyectodetitulacio2011/ecosistemas-acuaticos>.
- Guevara Granja¹, M. F., & Ramirez Cando², 3. L. (2015, 3 de diciembre). Eichhornia Crassipes, Su Invasividad y Potencial Fitorremediador. *La Granja: Revista De Ciencias De La Vida*, 22(2), 5-11, DOI: 10.17163/lgr.n22.2015.01. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/295855126>
- Guevara, A., De La Torre, E., Villegas, A., & Criollo, E. (2009). uso de la rizofiltración para el tratamiento de efluentes líquidos de cianuración que contienen cromo, cobre y cadmio. Obtenido de www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html
- IANAS. (2019). Principales Problemas De Calidad Del Agua. En I. Red Interamericana de Academia de Ciencias, *La Calidad Del Agua En Las Americas* (pág. 534). ISBN Mexico.
- INTERAMERICAN NETWORK OF ACADEMIES OF SCIENCES. (2019). Principales problemas de calidad del agua. En *la calidad del agua en las americas* (pág. 534). ISBN MEXICO.
- Lopez, S., Melaj, M., Tomellini, G., & Martin, O. (2016). Rizofiltración en el tratamiento de aguas contaminadas con uranio. *comision nacional de energia atomica*, 1 ; 6. Obtenido de <https://docplayer.es/20844965-Rizofiltracion-en-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas-con-uranio.html>
- Madigan, M. T., Martinko, J. M. & Parker, J. (2003). *Brock Biología de los microorganismos*. (Vol. 10). Chile. Obtenido de <https://bit.ly/3h8YWSE>
- Ministerio del Ambiente. (2021, Enero). Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú. *2da Edición*. Lima, Lima, Perú. doi:978-612-46053-2-1
- Molina, A. (2016, 27 de abril). *Conexinesan*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/04/que-son-los-estandares-de-calidad-ambiental-y-los-limites-maximos-permisibles/>
- National Human Genome Research Institute. (2020). *Genome.gov*. Obtenido de Bacteria: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Bacteria>

- OMA; MVCS . (2015). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales.*
- Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y agricultura. (2021). Biodiversidad Acuática y pesca continental. *boletin informativo.* Italia, Roma, Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/inland-fisheries/background/aquatic-biodiversity/es/>
- Ordoñez Galvez, Juan. J. (2011). ¿Qué es cuenca hidrologica?. *Cartilla tecnica: aguas subterranas – acuíferos.* Perú- Lima. Obtenido de: <https://9di.es/yyoukwdh>.
- Paredes, J., & Ñique, M. (2018). Optimizacion de la fitorremediacion de mercurio en humedales de flujo continuo. *Investigación y Amazonía, 5 (1 y 2),* 44-49, DOI ISSN 2224-445X.
- Perez, & Leoni.(2013). las plantas cola de caballo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. *Boletín De Divulgacion Del Herbario HGOM (Vol. 1,* págs. 15-16). Hidalgo, Mexico.
- Poma, V. (2017, 13 de junio). *Estudio De Los Parametros Fisico Quimicos Para Fitorremediacion De Cadmio (II) Y Mercurio (II) Con La Especie Eichhornia Crassipes (Jacinto De Agua).* Obtenido de Renati - sunedu: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1103581>
- RedAceite. (2019). *RedAceite Servicios Ecológicos* . Obtenido de redaceite.com: <http://redaceite.com.ar/index.php/noticias/contaminacion-biologica-del-agua>
- Sarango , O. & Sánchez, J. (2016). Diseño y Construcción de 2 Biofiltros con Eichhornia Crassipes y Lemna Minor para la evaluación de la degradación de contaminantes en aguas residuales de la extractora Rio Manso Exa S.A planta la comuna, Quinindé. *(Tesis de titulación).* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Supo, J., & Zacarias, H. (2020). Seminarios de Investigación Científica: *Metodología De La Investigación Para Las Ciencias De La Salud y las Ciencias Sociales.* Mexico: Bioestadístico, EIRL, 2020.
- Talledo, J. (2016, 15 de Enero). Mas de cien ríos estan contaminados con coliformes o metales. *El Comercio.* Obtenido de

<https://elcomercio.pe/peru/cien-rios-contaminados-coliformes-metales-262889-noticia/>

Vásquez, A., Mejía, A. Faustino, J. Terán, R. Vásquez, I., Días, J. Alcántara, J. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Lima, Perú: Fondo Editorial -UNALM. doi:978-612-4147-55-5

Vázquez, J. (2018, 18 de diciembre). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/lirio-acuatico/>

Yoma, I. Mendoza, J. (2018). Evaluación del Aporte de las Plantas Acuáticas *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* en el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales. *Informacion Tecnologica*, 29(2), 205-2014, doi: 10.4067/S0718-07642018000200205 .

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Valverde Vega, B. (2025). *Efecto de la rizofiltración con las plantas eichhornia crassipes y equisetum ramosissimum en la disminución de la contaminación biológica de agua del río Cayrán* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

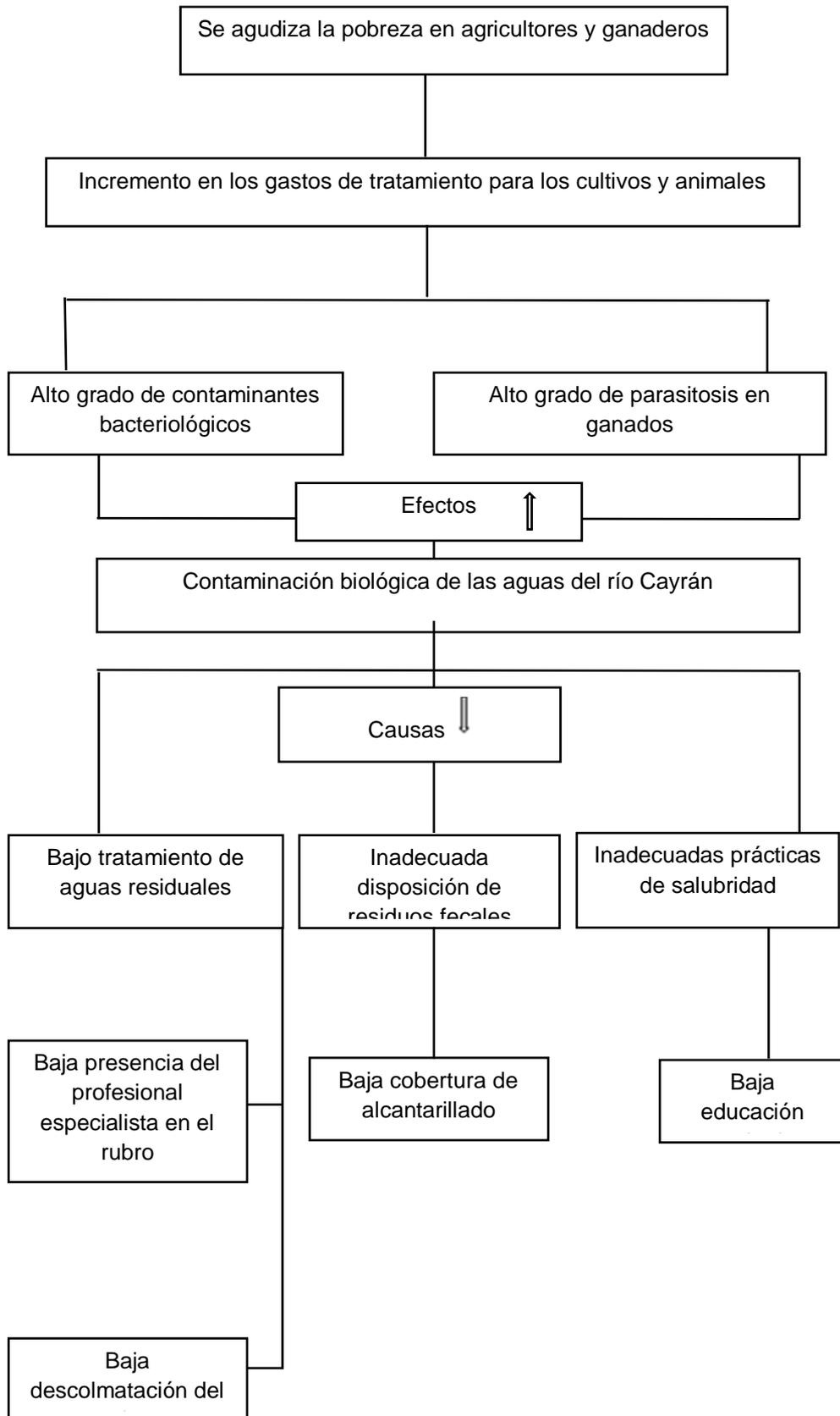
*Efecto de la rizofiltración con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Equisetum ramosissimum* en la disminución de la contaminación biológica de las aguas del río Cayrán*

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el efecto de la rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán?	Demostrar el efecto de la rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> en la disminución de la contaminación biológica de las aguas del río Cayrán.	General. Ha: La rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> tienen efecto en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán.	Variable independiente: Rizofiltración	Crecimiento de <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> Población biológica. Temperatura Turbidez Color Olor Sólidos totales suspendidos Conductividad eléctrica	Tipo de investigación Según la planificación de las mediciones, es prospectivo , según el número de variables es analítico, según la intervención del investigador es con intervención y según el número de mediciones es longitudinal. Enfoque el presente estudio tiene un enfoque cuantitativo porque se hace uso de la estadística
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		Variable dependiente: contaminación biológica	Parámetros físicos Parámetros microbiológicos	
1. ¿La rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> tienen efecto en la disminución de la contaminación de las aguas del río Cayrán?	1. La rizofiltración con las plantas <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> tienen efecto en la disminución de la contaminación de las aguas del río Cayrán.				
2. ¿Cuáles son los parámetros físicos de las aguas del río	2. Describir los parámetros físicos de las aguas del río				

<p>Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum?</p> <p>3. ¿Cuáles son los parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum?</p> <p>4. ¿Cuáles son los parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum?</p>	<p>Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum.</p> <p>3. Describir los parámetros químicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum.</p> <p>4. Describir los parámetros biológicos de las aguas del río Cayrán antes y después de la rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum.</p>	<p>Ho: La rizofiltración con las plantas Eichhornia crassipes y Equisetum ramosissimum no tienen efecto en la disminución de la contaminación biológica en las aguas del río Cayrán.</p> <p>Específicas. No aplica.</p>	<p>Coliformes termo tolerantes Escherichia - Coli parámetros químicos pH Demanda Bioquímica de Oxígeno Demanda Química de Oxígeno</p>	<p>para el análisis de los datos.</p> <p>Nivel de investigación se establece que es de nivel explicativo debido a que se pretende conocer el efecto de la rizofiltración sobre la calidad del agua, disminuyendo la contaminación bacteriana.</p>
---	---	---	--	--

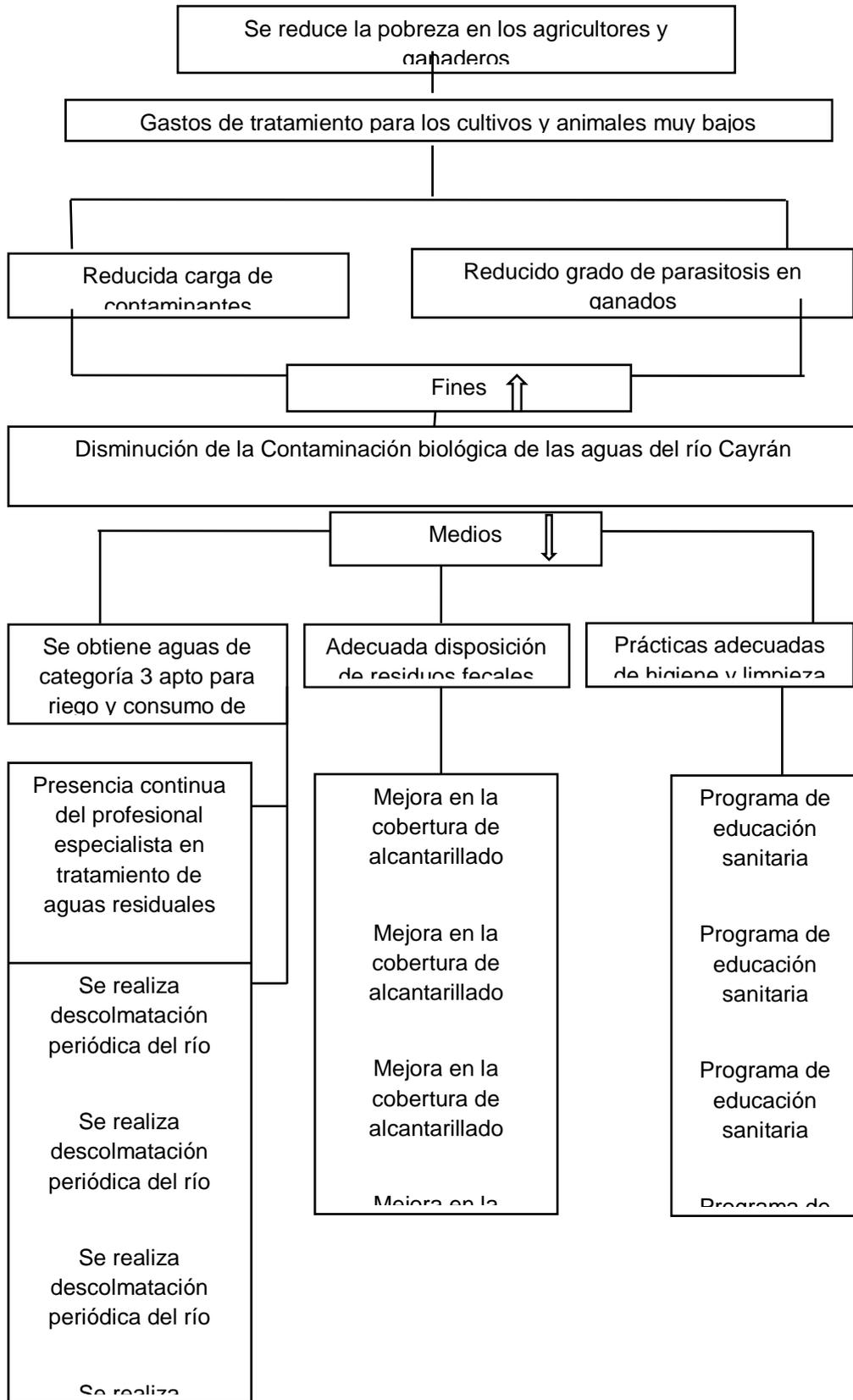
ANEXO 2

ARBOL DE CAUSA Y EFECTO



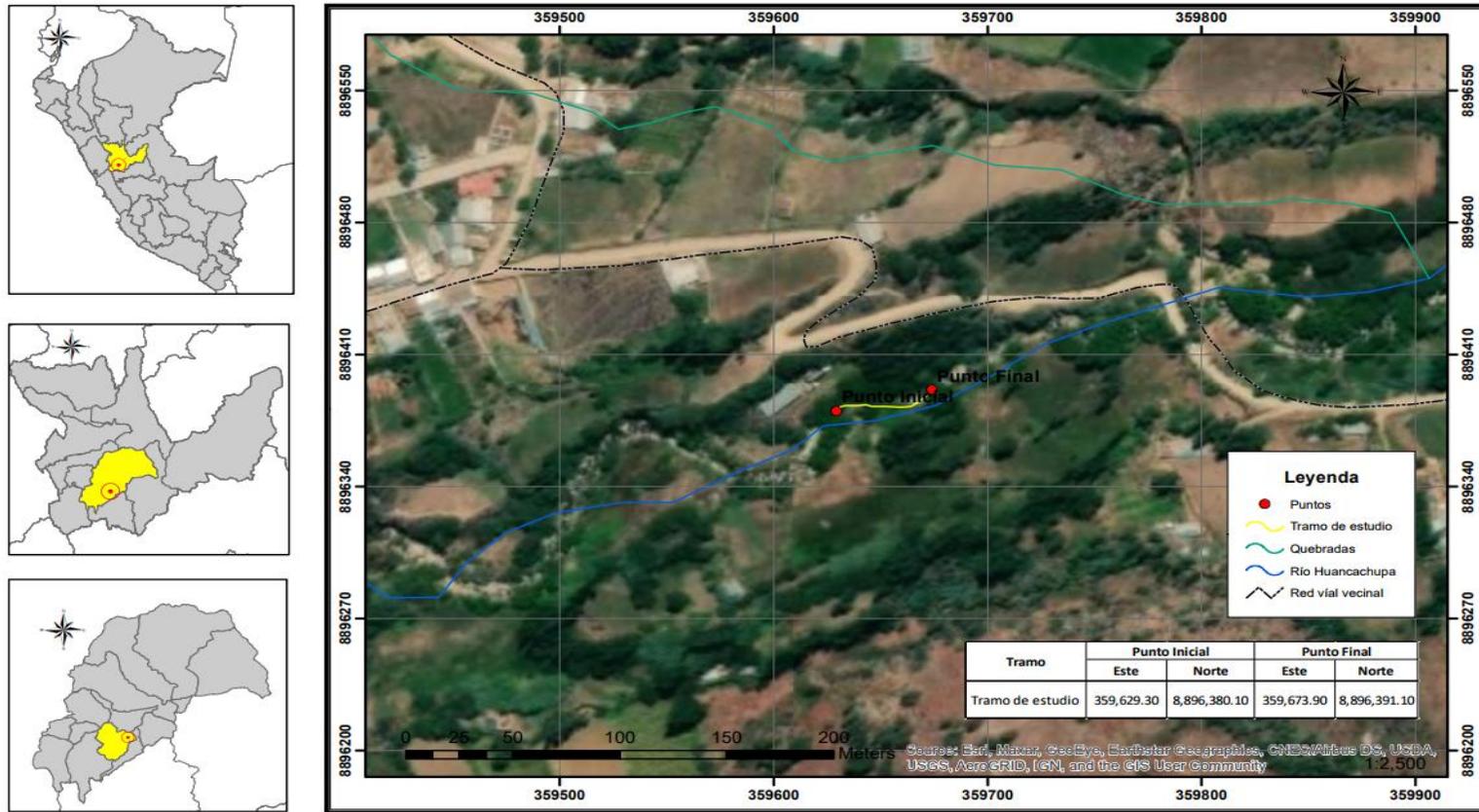
ANEXO 3

ARBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO



	“EFECTO DE LA RIZOFILTRACION CON LAS PLANTAS Eichhornia Crassipes Y Equisetum Ramosissimum EN LA DISMINUCION DE LA CONTAMINACION BACTERIANA DEL AGUA DE UN RIO TRIBUTARIO”	Districto:	San Francisco de Cayran	Mapa:	Ubicación - Localización	Tesista :	Valverde Vega, Brucee Lee
		Provincia:	Huánuco				

ANEXO 5

REGISTRO DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE TOMA DE MUESTRA

Nombre del cuerpo de agua

Clasificación del cuerpo de agua

(categorizado de acuerdo a la R.J. Nro. 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o

Del cuerpo marino-costero:

(código Pfaffstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

(según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:

(origen ubicación)

Accesibilidad:

(describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas pueden encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

(describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

(describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)

Reconocimiento del

Entorno:

(indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84)

Sistema de coordenadas:

proyección UTM

Geográficas

Norte/Latitud:

Zona:

(17, 18 ó 19 para UTM solamente)

Este/Longitud:

Altitud:

(metros sobre el nivel del mar)

Elaborado por _____

Fecha _____

Fuente: protocolo nacional de calidad de aguas

ANEXO 6

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

CUENCA: _____

REALIZADO POR: _____

AAA/ALA: _____

RESPONSABLE: _____

Punto de monitoreo	descripción origen/ubicación	localidad	distrito	provincia	departamento	Coordenadas		altura msnm	fecha	hora	pH	T	OD	COND	Caudal/profundidad	Observaciones
						norte/sur	Este/Oeste					C	mg/L	S/cm	m ³ /S O m	

Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, Ambos en estándar geodésico WGS84.

Para el caso de cuerpo Lotico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo Lentico o marino-costero, indicar la profundidad.

Las observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

ANEXO 7
ETIQUETA PARA LA MUESTRA

Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:			
Parámetro requerido:			
Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo

Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:			
Parámetro requerido:			
Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo

INFORME DE ENSAYO N° 220014700/2022

Razón social del cliente: Valverde Vega Brucee Lee **RUC:** 10439740871
Domicilio legal del cliente: -- **CMA:** CMA2022/7247

Producto declarado: Agua Residual / Agua Domestica
Número de Muestras: 07
Presentación: Frasco de Plástico / Tres (03) unidades de 1L, Dos (02) unidades de 500 mL y Dos (02) unidades de 250 mL
Procedencia: SAN FRANCISCO DE CAYRAN - HUANUCO - HUANUCO
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 28/12/2022 - 08:00 h
Coordenadas: 9.98099356S 76.27973579W
Punto de muestreo: P2
Fecha de recepción de la muestra: 29/12/2022
Código de Muestra: 220014700
Fecha de inicio de análisis: 29/12/2022
Fecha de término de análisis: 06/01/2023
Fecha de emisión: 10/01/2023

Página 1 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	5
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	12
Sólidos Totales Suspendidos	5	mg/L	7
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,20
Turbidez	0,05	NTU	1,59
Color	3	UC	< 3
* Temperatura	0,01	°C	22,00

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítem ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador
Phone central: (+511) 660 2323

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

JE/CYP/CYP

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Conductividad eléctrica	0,0254	umhos/pulg	138,00
Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	2300
Escherichia coli	1,8	NMP/100 mL	1700
Sensoriales			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Olor	---	---	Aceptable

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " \leq "= Menor que el L.C.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd.Ed.2017 Turbidity. Nephelometric Method
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017 Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (PROPOSED)
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017, Temperature. Laboratory and Field Methods
Conductividad eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd.Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL, S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
FR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventures, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

JE/CYP/CYP

INFORME DE ENSAYO N° 220014700/2022

Página 3 de 3

Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure	Multiple-Tube
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate	Multiple-Tube
Olor	ISO 4121:2003. Sensory analysis -- Guidelines for the use of quantitative response scales. 2003	

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



Celino Yahuana Palacios
Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
FR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

JE/CYPCYP

INFORME DE ENSAYO N° 220014701/2022

Razón social del cliente: Valverde Vega Brucee Lee **RUC:** 10439740871
Domicilio legal del cliente: -- **CMA:** CMA2022/7247

Producto declarado: Agua Residual / Agua Domestica
Número de Muestras: 07
Presentación: Frasco de Plástico / Tres (03) unidades de 1L, Dos (02) unidades de 500 mL y Dos (02) unidades de 250 mL
Procedencia: SAN FRANCISCO DE CAYRAN - HUANUCO - HUANUCO
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 28/12/2022 - 07:50 h
Coordenadas: 9.98121372 S 76.28017083 W
Punto de muestreo: P1
Fecha de recepción de la muestra: 29/12/2022
Código de Muestra: 220014701
Fecha de inicio de análisis: 28/12/2022
Fecha de término de análisis: 05/01/2023
Fecha de emisión: 10/01/2023

Página 1 de 3

Físico Químicos

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	7
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	17
Sólidos Totales Suspendedos	5	mg/L	< 5
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,25
Turbidez	0,05	NTU	2,26
Color	3	UC	< 3
* Temperatura	0,01	°C	22,50

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítem ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout as the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Loto 07 y 08 - Villa el Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

JE/CYP/CYP

INFORME DE ENSAYO N° 220014701/2022

Página 2 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Conductividad eléctrica	0,0254	umhos/pulg	138,00
Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	3300
Escherichia coli	1,8	NMP/100 mL	2600
Sensoriales			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Olor	---	---	Aceptable

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd.Ed.2017 Turbidity. Nephelometric Method
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017 Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (PROPOSED)
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017, Temperature. Laboratory and Field Methods
Conductividad eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd.Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los items ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

 Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.


Pacific Control S.A.C.
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador
 Phone central: (+511) 660 2323

JE/CYP/CYP

INFORME DE ENSAYO N° 220014701/2022

Página 3 de 3

Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
Olor	ISO 4121:2003. Sensory analysis -- Guidelines for the use of quantitative response scales. 2003

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

*La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis, Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente*.




Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
FR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador
Phone central: (+511) 660 2323

JE/CYP/CYP

INFORME DE ENSAYO N° 220013518/2022

Razón social del cliente: Valverde Vega Brucee Lee

RUC: 10439740871

Domicilio legal del cliente: --

CMA: CMA2022/7044

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial
Número de Muestras: 10
Presentación: Frasco de plástico / Tres (03) unidades de 1L, Dos (02) unidades de 250 mL, Dos (02) unidades de 500 mL, y Tres (03) unidades de 120 mL.
Procedencia: SAN FRANCISCO DE CAYRAN - HUÁNUCO - HUÁNUCO
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: Laboratorio Pacific Control S.A.C
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 26/11/2022 - 07:00 h
Coordenadas: 9.98121063E 76.28020573N
Punto de muestreo: P1
Fecha de recepción de la muestra: 27/11/2022
Código de Muestra: 220013518
Fecha de inicio de análisis: 27/11/2022
Fecha de término de análisis: 07/12/2022
Fecha de emisión: 12/12/2022

Página 1 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	64
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	151
Sólidos Totales Suspendedos	5	mg/L	< 5
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	6,78
Turbidez	0,05	NTU	0,84
Color	3	UC	< 3
* Temperatura	0,01	°C	18,60

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-61 / V83_2022.03.20

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Conductividad eléctrica	0,0254	umhos/pulg	211,00
Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	<1,8
Escherichia coli	1,8	NMP/100 mL	<1,8
Sensoriales			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Olor	---	---	Aceptable

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd.Ed.2017 Turbidity. Nephelometric Method
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017 Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (PROPOSED)
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017, Temperature. Laboratory and Field Methods
Conductividad eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd.Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad con la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los bienes ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-15-41 / V93, 2022.03.30

INFORME DE ENSAYO N° 220013518/2022

Página 3 de 3

Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
Olor	ISO 4121:2003. Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales. 2003

FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-15-01 / V03, 2022.03.30

INFORME DE ENSAYO N° 220013519/2022

Razón social del cliente: Valverde Vega Brucee Lee

RUC: 10439740671

Domicilio legal del cliente: --

CMA: CMA2022/7044

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial
 Número de Muestras: 10
 Presentación: Frasco de plástico / Tres (3) unidades de 1L, Dos (2) unidades de 250 mL, Dos (2) unidades de 500 mL, y Tres (3) unidades de 120 mL
 Procedencia: SAN FRANCISCO DE CAYRAN - HUANUCO - HUANUCO
 Condición de la muestra: Refrigerada
 Muestreado por: El cliente
 Procedimiento de muestreo: No Aplica
 Plan de muestreo: No Aplica
 Fecha y hora de muestreo: 26/11/2022 - 07:40 h
 Coordenadas: 9.98089484E 76.27969781N
 Punto de muestreo: P2
 Fecha de recepción de la muestra: 27/11/2022
 Código de Muestra: 220013519
 Fecha de inicio de análisis: 27/11/2022
 Fecha de término de análisis: 07/12/2022
 Fecha de emisión: 12/12/2022

Página 1 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	58
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	141
Sólidos Totales Suspendidos	5	mg/L	< 5
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	6,84
Turbidez	0,05	NTU	0,78
Color	3	UC	< 3
* Temperatura	0,01	°C	19,30

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad con la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los bienes ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-41 / V83, 2022.03.30

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Conductividad eléctrica	0,0254	umhos/pulg	211,00
Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	<1,8
Escherichia coli	1,8	NMP/100 mL	<1,8
Sensoriales			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Olor	—	—	Aceptable

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd.Ed.2017 Turbidity, Nephelometric Method
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017 Color, Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (PROPOSED)
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017, Temperature, Laboratory and Field Methods
Conductividad eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd.Ed.2017 Conductivity, Laboratory Method

"EL USO INDIGIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-15-01 / V93, 2022.03.30

INFORME DE ENSAYO N° 220013519/2022

Página 3 de 3

Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
Olor	ISO 4121:2003. Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales. 2003

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

*La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente*.

FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

PR-131541 / V01, 2022.03.30











