repositorio.upsc.edu.pe

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PHUSALAYA JAHUIRA - CENTRO POBLADO DE ICHU - 2024

PRESENTADA POR:

SAÚL WALTER QUEA FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2025

Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

PLAGIARISM CHECK.ORG

7.37%
SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 4 APR 2025, 9:22 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

IDENTICAL 1.59%

CHANGED TEXT 5.78%

Report #25616571

SAÚL WALTER QUEA FLORES // EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL R ÍO PHUSALAYA JAHUIRA - CENTRO POBLADO DE ICHU - 2024 RESUMEN La investigación “Evaluación de la calidad de agua del río Phusalaya Jahuira - Centro Poblado de Ichu - 2024”, fue realizado con el objetivo de evaluar los parámetros fisicoquímicos y la concentración de metales pesados (Cd, Ar, Hg, Pb, Co y Cr) para la Categoría 3 D1, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) contemplados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. De acuerdo a la metodología, s e recogieron muestras de agua cumpliendo con el protocolo de monitoreo de agua. Para ello se establecieron 03 puntos de muestreo (RPjah1, RPjah2, RPjah3), los mismos que fueron georreferenciados dentro de una extensión de 2.11 kilómetros. 31 La metodología empleada en la investigación, corresponde al tipo descriptivo, con diseño no experimental y con el método cuantitativo. Los resultados fisicoquímicos fueron: Turbidez (0,37 a 4,95 NTU); temperatura (12,8 a 14,8 °C); aceites y grasas (< 0,5 mg/L); conductividad eléctrica (313,00 a 321,00 µS/cm); pH (7,01 a 7,35 unidad de pH); detergentes (<0,020 mg/L); oxígeno disuelto (5,95 a 7,17 mg DO/L); DBO5 (< 2,0 a 3,6 mg/L); DQO (< 5,0 a 10,2 mg/L); nitritos y nitratos (< 0,14 mg/L); y, para la concentración de metales pesados, fueron: Cadmio (< 0,0002 mg/L); Arsénico (< 0,00100 mg/L); Mercurio (< 0,000100 mg/L); Plomo (< 0,0010 mg/L);

Yudy Roxana ALANIA LAQUI
Oficina de Repositorio Institucional

repositorio.upsc.edu.pe

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PHUSALAYA JAHUIRA - CENTRO POBLADO DE ICHU - 2024

PRESENTADA POR:

SAÚL WALTER QUEA FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE : _____
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

PRIMER MIEMBRO : _____
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEÓN APAZA

SEGUNDO MIEMBRO : _____
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS : _____
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología.

Sub área: Ingeniería Ambiental.

Línea de especialidad: Ciencias Ambientales.

Puno, 09 de abril del 2025

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme seguir en esta vida para luchar por mis ideales.

A mi madre, María Flores, por hacer de aquel niño de carne y hueso, un hombre de sentimientos y valores humanos. Tengo siempre presente tus sabios consejos, espero no incumplirlos y algún día poder recompensar tu sacrificio, madre mía.

A mi padre, Walter Quea, por los buenos recuerdos que conservo de mi niñez, por enseñarme el valor del trabajo y hacerme ver el mundo desde otra óptica, por hacer posible que esta investigación llegue a su parte final.

A mis hermanos, Tony y Marco, por no dejar que mi niñez sea solitaria y aburrida; sino, una amalgama de vivencias que recordaré en el tiempo. Anhelo verlos con un mañana promisorio.

Al amor de mi vida, Luzgarda Aparicio, por compartir conmigo sus sentimientos más sinceros, por alegrar mi alba y ocaso con sus ocurrencias, por su apoyo para hacer que pueda concluir mis estudios; pero, sobre todo, por ser mi soporte emocional en mi familia, mi futura esposa.

A mi hija mayor, Mical, por convertir en aquel entonces a un muchacho de 21 años, en el ser más feliz sobre el planeta Tierra. Iniciar a ser padre, fue una tarea difícil, pero lleno de recompensas al verte crecer; sobre todo, al ver que te esfuerzas por ser mejor cada día.

A mi hija menor, Merab, por hacer a mi corazón doblemente feliz desde hace 5 años. Disfruto mucho de tu ternura, tus travesuras y ocurrencias; pero sobre todo, de tu alegría contagiante. Un abrazo y un beso tuyo, son suficientes para aplacar cualquier pena.

A mi suegra, Mercedes Bustinza; a mis cuñados, Peter Delgado y Milagros Aparicio, porque el más mínimo y máximo gesto de apoyo, significó mucho en el avance de mi formación profesional.

A mi padrino, el Ing. Víctor Bustinza, por ser un gran referente para mí en el campo profesional; además de ser quien impulse a la familia a soñar en grande y convertirnos en varones y mujeres de mundo.

A mis abuelos, Agustín Flores y María Aquino, porque en vida me inculcaron el valor del campo y el futuro que debería de elegir; y porque ahora, desde el cielo, al igual que mi tío Alberto Flores, quien me compartió algunos sabios consejos, seguramente velan mi sendero.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos, Facultad de Ingenierías, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por hacer que muchos jóvenes cumplan el sueño de formarse como profesionales en los claustros universitarios.

A la excelente plana docente, por compartir importantes conocimientos teóricos; y por transmitir su experiencia de trabajo acumulado en el campo ambiental.

A la terna de jurados: Mg. Elvira Ananí Durand Goyzueta, Dr. Esteban Isidro León Apaza, Dra. Marlene Cusi Montesinos, por el tiempo destinado a la revisión de este informe, dando sus observaciones y recomendaciones para enriquecer esta investigación.

A mi asesor de tesis: Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, por su paciencia, valioso tiempo y amplio conocimiento para la guía, revisión y aportes significativos en esta investigación.

A Daniel Cornejo Portugal, por su apoyo y consejos que fueron de gran ayuda para la realización de este trabajo.

A mis compañeros: Lidia, Anyela, Alex, Maribel y Wendy, por compartir su amistad durante los años de formación universitaria.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA 1

AGRADECIMIENTOS 2

ÍNDICE GENERAL 3

ÍNDICE DE TABLAS 7

ÍNDICE DE FIGURAS 8

ÍNDICE DE ANEXOS 9

RESUMEN 10

ABSTRACT 11

INTRODUCCIÓN 12

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

1.1.1. PROBLEMA GENERAL: 15

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS: 15

1.2. ANTECEDENTES 16

1.2.1. NIVEL INTERNACIONAL 16

1.2.2. NIVEL NACIONAL 17

1.2.3. NIVEL LOCAL 18

1.3. OBJETIVOS 20

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 20

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO 21

2.1.1. EL AGUA 21

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

2.1.2. CALIDAD DE AGUA 21
2.1.3. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS 22
2.1.4. RÍOS 22
2.1.5. CONTAMINACIÓN DE FUENTES HÍDRICAS - RÍOS 23
2.1.6. AGRICULTURA Y LA CONTAMINACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES 23
2.1.7. CONTAMINACIÓN DEL AGUA 23
2.2. MARCO CONCEPTUAL 24
2.2.1. CONTAMINACIÓN 24
2.2.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL 24
2.2.3. ACEITES Y GRASAS 24
2.2.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 24
2.2.5. NITRITOS (NO-2) Y NITRATOS (NO-3) 25
2.2.6. TURBIDEZ 25
2.2.7. DETERGENTES (SAAM) 25
2.2.8. OXÍGENO DISUELTO 25
2.2.9. DBO5 26
2.2.10. DQO 26
2.2.11. METALES PESADOS 26
2.2.12. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) 27
2.2.13. TEMPERATURA 27
2.2.14. ECAS 28
2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO 28
2.3.1. LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (LEY N° 29338) 28
2.4. HIPÓTESIS 28
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL 28
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 29

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO 30

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 30

3.2.1. POBLACIÓN 30

3.2.2. MUESTRA 31

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS 32

3.3.1. TIPO DE ESTUDIO 32

3.3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 32

3.3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS 32

3.3.4. FRECUENCIA DE LA TOMA DE MUESTRAS 33

3.3.5. MUESTREO, ROTULADO, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE MUESTRAS AL LABORATORIO 33

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES 37

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO 37

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS 38

4.1.1. TURBIDEZ 38

4.1.2. TEMPERATURA 40

4.1.3. ACEITES Y GRASAS 41

4.1.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 42

4.1.5. POTENCIAL DE HIDRÓGENO 44

4.1.6. DETERGENTES 45

4.1.7. OXÍGENO DISUELTO 46

4.1.8. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO 47

4.1.9. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO 49

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.1.10. NITRITOS 50

4.1.11. NITRATOS 51

4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS 52

4.2.1. CADMIO 52

4.2.2. ARSÉNICO 53

4.2.3. MERCURIO 56

4.2.4. PLOMO 57

4.2.5. COBRE 58

4.2.6. CROMO 59

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS 60

4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL 60

4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1 61

4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 62

CONCLUSIONES 63

RECOMENDACIONES 65

BIBLIOGRAFÍA 66

ANEXOS 71

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 01: Ubicación de los puntos de muestreo. 31

Tabla 02: Ubicación, fecha y hora de los puntos de muestreo. 36

Tabla 03: Operacionalización de variables 37

Tabla 04: Turbidez en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 38

Tabla 05: Temperatura en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 40

Tabla 06: Aceites y grasas en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 41

Tabla 07: Conductividad eléctrica en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 42

Tabla 08: Potencial de hidrógeno (pH) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 44

Tabla 09: Detergentes en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 45

Tabla 10: Oxígeno Disuelto en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 46

Tabla 11: Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas del río Phusalaya Jahuira. 47

Tabla 12: Demanda Química de Oxígeno en aguas del río Phusalaya Jahuira. 49

Tabla 13: Nitritos (NO-2) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 50

Tabla 14: Nitratos (NO-3) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 51

Tabla 15: Metales pesados (Cadmio) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 52

Tabla 16: Metaloide (Arsénico) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 54

Tabla 17: Metales pesados (Mercurio) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 56

Tabla 18: Metales pesados (Plomo) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 57

Tabla 19: Metales pesados (Cobre) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 58

Tabla 20: Metales pesados (Cromo) en las aguas del río Phusalaya Jahuira. 59

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 01: Ubicación de puntos de muestreo en el río Phusalaya Jahuira. 31

Figura 02: Determinación de la turbidez del agua en el río Phusalaya Jahuira. 39

Figura 03: Determinación de la temperatura del agua en el río Phusalaya Jahuira. 40

Figura 04: Determinación de aceites y grasas en aguas del río Phusalaya Jahuira. 41

Figura 05: Determinación de la CE en aguas del río Phusalaya Jahuira. 43

Figura 06: Determinación del pH en aguas del río Phusalaya Jahuira. 44

Figura 07: Determinación de detergentes en aguas del río Phusalaya Jahuira. 45

Figura 08: Determinación de Oxígeno Disuelto en aguas del río Phusalaya Jahuira. 46

Figura 09: Determinación de DBO5 en aguas del río Phusalaya Jahuira. 48

Figura 10: Determinación de DQO en aguas del río Phusalaya Jahuira. 49

Figura 11: Determinación de Nitritos en aguas del río Phusalaya Jahuira. 50

Figura 12: Determinación de Nitratos en aguas del río Phusalaya Jahuira. 51

Figura 13: Determinación de Cadmio en aguas del río Phusalaya Jahuira. 53

Figura 14: Determinación de Arsénico en aguas del río Phusalaya Jahuira. 55

Figura 15: Determinación de Mercurio en aguas del río Phusalaya Jahuira. 56

Figura 16: Determinación del Plomo en aguas del río Phusalaya Jahuira. 57

Figura 17: Determinación de Cobre en aguas del río Phusalaya Jahuira. 58

Figura 18: Determinación de Cromo en aguas del río Phusalaya Jahuira. 60

Figura 19: Materiales empleados durante el recojo de muestras de agua. 83

Figura 20: Georreferenciación de los puntos de muestreo empleando un GPS. 83

Figura 21: Recojo de muestra de agua en río Phusalaya Jahuira. 84

Figura 22: Recojo de muestras de agua en el río Phusalaya Jahuira. 85

Figura 23: Registro in situ de la temperatura de las aguas del río Phusalaya Jahuira. 86

Figura 24: Envío de muestras al laboratorio ALAB, en la ciudad de Arequipa. 87

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 01: Matriz de consistencia. 72

Anexo 02: Normativa de ECA para Agua Categoría 3 - D1 73

Anexo 03: Normativa de ECA para Agua Categoría 3 - D1 - Metales Pesados. 74

Anexo 04: Cadena de custodia de las muestras recogidas. 75

Anexo 05: Resultados de análisis de parámetros fisicoquímicos del laboratorio. 76

Anexo 06: Fotografías en campo. 83

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

RESUMEN

La investigación “Evaluación de la calidad de agua del río Phusalaya Jahuira - Centro Poblado de Ichu - 2024”, fue realizado con el objetivo de evaluar los parámetros fisicoquímicos y la concentración de metales pesados (Cd, As, Hg, Pb, Co y Cr) para la Categoría 3 D1, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) contemplados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. De acuerdo a la metodología, se recogieron muestras de agua cumpliendo con el protocolo de monitoreo de agua. Para ello se establecieron 03 puntos de muestreo (RPjah1, RPjah2, RPjah3), los mismos que fueron georreferenciados dentro de una extensión de 2.11 kilómetros. La metodología empleada en la investigación, corresponde al tipo descriptivo, con diseño no experimental y con el método cuantitativo. Los resultados fisicoquímicos fueron: Turbidez (0,37 a 4,95 NTU); temperatura (12,8 a 14,8 °C); aceites y grasas (< 0,5 mg/L); conductividad eléctrica (313,00 a 321,00 µS/cm); pH (7,01 a 7,35 unidad de pH); detergentes (<0,020 mg/L); oxígeno disuelto (5,95 a 7,17 mg DO/L); DBO_5 (< 2,0 a 3,6 mg/L); DQO (< 5,0 a 10,2 mg/L); nitritos y nitratos (< 0,14 mg/L); y, para la concentración de metales pesados, fueron: Cadmio (< 0,0002 mg/L); Arsénico (< 0,00100 mg/L); Mercurio (< 0,000100 mg/L); Plomo (< 0,0010 mg/L); Cobre (< 0,0002 a 0,0013 mg/L); Cromo (< 0,0003 mg/L). Con estos resultados se concluye que, las aguas del río Phusalaya Jahuira, son de buena calidad, aptas para el riego de vegetales, no representando riesgo alguno puesto que los valores obtenidos de los parámetros analizados, están por debajo de los ECAs para agua.

Palabras clave: Calidad de agua, Contaminación del agua, Metales pesados, Parámetros fisicoquímicos.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ABSTRACT

The research "Evaluation of the water quality of the Phusalaya Jahuira River - Ichu Town Center - 2024", was carried out with the objective of evaluating the physicochemical parameters and the concentration of heavy metals (Cd, As, Hg, Pb, Co and Cr) for Category 3 D1, according to the Environmental Quality Standards (ECAs) contemplated in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. According to the methodology, water samples were collected in compliance with the water monitoring protocol. For this purpose, 03 sampling points were established (RPjah1, RPjah2, RPjah3), which were georeferenced within an extension of 2.11 kilometers. The methodology used in the research corresponds to the descriptive type, with a non-experimental design and with the quantitative method. The physicochemical results were: Turbidity (0.37 to 4.95 NTU); temperature (12.8 to 14.8 °C); oils and fats (< 0.5 mg/L); electrical conductivity (313.00 to 321.00 µS/cm); pH (7.01 to 7.35 pH unit); detergents (< 0.020 mg/L); dissolved oxygen (5.95 to 7.17 mg DO/L); BOD5 (< 2.0 to 3.6 mg/L); COD (< 5.0 to 10.2 mg/L); nitrites and nitrates (< 0.14 mg/L); and, for the concentration of heavy metals, they were: Cadmium (< 0.0002 mg/L); Arsenic (< 0.00100 mg/L); Mercury (< 0.000100 mg/L); Lead (< 0.0010 mg/L); Copper (<0.0002 to 0.0013 mg/L); Chromium (<0.0003 mg/L). These results conclude that the waters of the Phusalaya Jahuira River are of good quality, suitable for vegetable irrigation, and pose no risk since the values obtained for the analyzed parameters are below the ECAs for water.

Keywords: Water quality, Water pollution, Heavy metals, Physicochemical parameters.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

INTRODUCCIÓN

El agua es indispensable para el desarrollo de la vida sobre el planeta Tierra, tal es el caso de la agricultura que, mediante el riego suministrado por ríos, permite el desarrollo de diferentes cultivos que sirven como alimento para la humanidad. En la actualidad, por las actividades del ser humano, se tiene muchos recursos hídricos contaminados. Por esta razón, este estudio evaluó la calidad del agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu - 2024. Esto a razón de que los habitantes estarían contaminando el río, recurso hídrico que emplean para el riego de vegetales destinados para el consumo humano.

La importancia de esta investigación, radica en que coadyuvará a establecer estrategias correctivas y de conservación que posibiliten la mejora de la calidad de las aguas del río Phusalaya Jahuira. Ello implica el rumbo de un mejor desarrollo económico, social y, sobre todo, ambiental.

Para el desarrollo de esta investigación, se abordaron parámetros fisicoquímicos como: turbidez, temperatura, aceites y grasas, conductividad eléctrica, pH, detergentes, oxígeno disuelto, DBO_5, DQO, nitritos y nitratos; y, concentración de metales pesados como: cadmio, arsénico, mercurio, plomo, cobre y cromo.

En el capítulo I, se da a conocer la problemática de la zona de estudio, se plantean las interrogantes, los objetivos (general y específicos) y la justificación de la investigación. En este mismo capítulo, se consideraron los antecedentes internacionales, nacionales y locales. En el capítulo II, se diserta el marco teórico apoyado en fuentes bibliográficas que guarden relación con el problema de investigación formulado. En el mismo capítulo, se considera el marco conceptual y el marco normativo con el cual se fundamenta la investigación. Así también, se formula la hipótesis general y específicas.

En el capítulo III, se indica la zona de estudio, el diseño metodológico, las técnicas, métodos e instrumentos de recolección. Del mismo modo, en este capítulo se estructura la operacionalización de las variables y se describen los procedimientos en campo y los materiales empleados. Finalmente, en el capítulo IV, se dan a conocer los resultados

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

obtenidos del laboratorio, interpretando cada uno de los parámetros y comparándolos con los ECAs para determinar si las aguas del río Phusalaya Jahuira, son aptas o no para el riego de vegetales conforme al D.S. N° 044-2017-MINAM.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La crisis a nivel mundial del agua, como la escasez, las sequías, y la contaminación de los recursos hídricos, es de suma importancia de acuerdo a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. El agua dulce de los ríos, los lagos y acuíferos, son indispensables para la agricultura. El abastecimiento del recurso hídrico no contaminado, es imprescindible para proteger la calidad del agua para consumo humano. (FAO, 2023).

Alrededor del planeta Tierra, del 70% - 75% de la contaminación de recursos hídricos, es el resultado de las actividades antropogénicas, afectando fuentes de agua subterránea y superficial. Y son precisamente los ríos, los que transportan un 90% de contaminantes hacia el mar. (Escóbar 2002).

Dentro del ámbito nacional, los recursos hídricos aprendidos de las microcuencas de Huánuco, no son manejados como se debe, por ello los habitantes realizan prácticas inadecuadas con las aguas de los múltiples ríos y lo están manejando irracionalmente. La comunidad se ve afectada cuando ellos mismos provocan el deterioro de las aguas. Esto cambia la vida social, económica, productiva, y además degenera la salud mental y física de los pobladores ubicados río abajo. (Bustamante & Paragua 2022).

En la región de Puno, en las aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame - Desaguadero - Puno, se encontraron concentraciones de arsénico en aguas subterráneas, las mismas que producen un impacto en los suelos agrícolas. En este

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

estudio encontraron 4 puntos cuyos resultados sobrepasan los estándares de calidad ambiental. (Calcina et al., 2022)

Por estas razones, se plantea realizar la evaluación de la calidad de agua del río Phusalaya Jahuira en el Centro Poblado de Ichu, perteneciente al distrito, provincia y región de Puno. En este sector, los habitantes realizan labores horticultoras; así como la producción agrícola de papa, quinua, habas, oca, entre otros productos. Los pobladores, también se dedican a la crianza de ganado de vacas, ovejas, cerdos, llamas, entre otros.

En cuanto a la actividad agrícola, los habitantes usan el agua del río para el riego de sus sembríos. Pero es importante señalar que, este recurso hídrico podría estar siendo contaminado debido a las actividades humanas, como por ejemplo: uso de detergentes en el lavado de prendas de vestir, vertimiento directo o indirecto de insecticidas y plaguicidas, mala disposición de residuos sólidos, entre otros.

Esto pondría en riesgo la calidad de producción de hortalizas y demás cultivos como: papa, habas, quinua, cebada. A su vez, estos productos producirían un efecto negativo en la salud del ser humano, dando lugar a la aparición de enfermedades.

En tal sentido, esta investigación, en base al Decreto Supremo N° 004-2027-MINAM, busca evaluar si en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu 2024, existe la presencia de metales pesados como: Cadmio, Arsénico, Mercurio, Plomo, Cobre y Cromo; así como determinar los niveles de concentración de los parámetros físicos y químicos.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL:

¿Cuál es la calidad del agua del río Phusalaya Jahuira de acuerdo a los ECAS Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1, en el Centro Poblado de Ichu - 2024?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

¿La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, cumplirá con los ECAS Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1?

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

¿Cuál es la concentración de metales pesados (Cd, As, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, de acuerdo a los ECAS Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. NIVEL INTERNACIONAL

Fábrega et al. (2022), evaluaron la calidad del río Mariatio, en cuya extensión, se registra diferentes actividades agropecuarias. El monitoreo se efectuó con cinco muestreos en la época lluviosa y tres en la época seca. Los resultados de las medias de los factores físico – químicos fueron: oxígeno disuelto en ppm en desembocadura 7.1, puerto 4.8 y puente 6.3; conductividad en µS/ cm en desembocadura 2214, puerto 1055 y puente 150; pH en desembocadura 7.2, puerto 7.3 y puente 7.2; temperatura en °C en desembocadura 29.7, puerto 29 y puente 29.7. Esto indicó bajas concentraciones de oxígeno disuelto y altos valores de sólidos disueltos. Estos resultados, demostraron que la parte baja de la desembocadura, está dentro de los límites aceptables.

Chuquimia et al. (2023), desarrollaron el estudio de la calidad de agua y la categorización del Río Ichalaya, en La Paz, Bolivia. Para ello, calcularon parámetros fisicoquímicos in situ. La toma de muestras fue de un total de 19. Se obtuvo resultados para época de estiaje: pH (3.75 a 8.62); CE (390,0 a 2300,0) µS/cm; Temperatura (10,3 a 18,7) °C; OD (5,83 a 8,94) mg/L; así como época de lluvia pH (4,02 a 7,49); CE (333,2 a 2104,0) µS/cm; Temperatura (8,1 a 21,7) °C; OD (3,67 a 6,52) mg/L, concluyendo que el comportamiento del cuerpo de agua es de buena calidad hasta la confluencia con las aguas ácidas de la Mina Matilde.

Campins et al. (2020), realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la calidad ambiental de los arroyos La Totora y La Carolina, ubicados en el Partido de Gral. Alvarado, Provincia de Buenos Aires - Argentina, usando el análisis de los parámetros fisicoquímicos y otros. Los resultados promedios obtenidos para el Arroyo La Totora, fueron: pH (8,41), DBO_5 (3,16) mgO_2/l, Turbidez (83) NTU, Nitratos (5,85) mg/l, OD (7,90) mg/l, Conductividad (1499) µS/cm. Y, para el Arroyo La Carolina: pH (8,47), DBO_5 (2,46)

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

mgO_2/l, Turbidez (92) NTU, Nitratos (6,91) mg/l, OD (8,47) mg/l, Conductividad (1377) µS/cm. Los investigadores concluyeron que, los parámetros fisicoquímicos que no cumplen con la normativa nacional son el pH y la turbidez. Pero, los resultados del Oxígeno Disuelto y la DBO_5 indican una aceptable condición ambiental de los cuerpos hídricos investigados.

1.2.2. NIVEL NACIONAL

Nieto & Vilma (2019), investigación en las cuatro cuencas de la región Arequipa para definir la contaminación por metales pesados; tales como: Arsénico, Cobre, Plomo y Cadmio. El muestreo sistemático, condujo los siguientes resultados: para el río Tambo (Arsénico 0,2034 mg/L); río Camaná (Plomo 0,0500 mg/L); el río Quilca (Plomo 0,1070 mg/L y Cadmio 0,0190 mg/L). De esta manera, concluyeron que no cumplen con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Vasquez (2022), en su investigación realizada en la microcuenca Urbana del río Ichu - Huancavelica, en base a cinco puntos de muestreo para determinar la concentración de metales pesados, obtuvo los siguientes resultados: Arsénico (As) de 0.0051 a 0.0066 mg/L, Cadmio (Cd) < 0.0004 mg/L, Cromo (Cr) < 0.02 mg/L, Mercurio (Hg) de < 0.001 mg/L y Plomo (Pb) de 0.0004 a 0.0048 mg/L. concluye que, a excepción del Arsénico y Plomo, las concentraciones de metales pesados como el Cadmio, Cromo y Mercurio, exceden los Límites Máximos Permisibles del ECA - Agua, categoría 4 - E2.

Villavicencio (2021), efectuó un estudio en las zonas de Trancapata Alta y Bacas del río Ccohohuayco - Curahuasi - Abancay - Apurímac, para determinar el índice de calidad del agua para el riego de vegetales en base a tres puntos de muestreo. Obtuvo los siguientes resultados: DBO_5 (1.5 - 3) mg/l, nitratos (4 - 5.8) mg/l, nitritos (0) mg/l, oxígeno disuelto (6 - 7.2) mg/l, conductividad eléctrica (180 - 255) µS/cm, pH (7.6 - 7.8) unidades, temperatura (17 - 19) °C; concluyendo que el río Ccohohuyaco presenta una mala calidad de agua, afectado por los coliformes termotolerantes, el mismo que supera el valor del ECA categoría 3, establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM, 2017.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

1.2.3. NIVEL LOCAL

Ojeda (2022), realizó una investigación para evaluar la calidad del agua y verificar la presencia de metales pesados y parámetros fisicoquímicos en la irrigación Canal N irrigada por aguas del río Llallimayo - Melgar, con respecto a la aptitud para el riego de vegetales y bebida para animales de acuerdo a los ECA, así como para definir su aptitud según normas Riverside. Para tal estudio, aplicó seis muestras (tres de aguas arriba - río, y tres aguas abajo - red de distribución de la irrigación Canal N), obteniendo como resultados una temperatura entre 10,7 a 13°C, con un promedio de 11,47 °C; un pH promedio de 8,29; concluyendo que las aguas son aptas para riego y consumo animal. En cuanto a la concentración de metales pesados, ninguno de los metales superó los ECA para riego y consumo de animales. En cuanto a la norma Riverside (USDA), según el nomograma, fue definida como agua de buena calidad para riego considerando la CE. 0,423 mhos/cm.

Ortega & Barrios (2023), con el objetivo de determinar la calidad del agua del río Torococha - Juliaca, realizaron el estudio en la subcuenca, aplicando el método ICARHS y desarrollando dos periodos de muestreo. Los resultados fisicoquímicos para el periodo 1: DBO_5 (296) mg/L, DQO (640) mg/L y el OD (3,5) mg/L. Para el periodo 2: DBO_5 (27,75) mg/l, DQO (960) mg/l, OD (1,29) mg/l. Resultados inorgánicos para el periodo 1: As (0.0053) mg/L, Cd (0.0003) mg/L, Pb (0.0006) mg/L, y Cu (0.0003) mg/L. Para el periodo 2: As (0.04928) mg/L, Cd (0.0005) mg/L, Pb (0.0007) mg/L, y Cu (0.001) mg/L. El estudio concluyó en que ambos períodos dieron como resultado dentro del rango de calificación ICARHS de “REGULAR”. Asimismo, la calidad en relación a los parámetros analizados evidenció que, en el 1er y 2do periodo, hubo un exceso de DBO y DQO conforme a los ECA del D.S. N°004-2017-MINAM.

Salas et al. (2021), desarrollaron su investigación en el río Suches, para evaluar la concentración de metales pesados y sedimentos (As, Cd, Cr, Pb, Cu y Hg). Para este estudio, tomaron muestras de agua y sedimentos del río, y emplearon la espectrofotometría de masas con plasma inductivo acoplado (ICP-MS). El resultado en la

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

caracterización química, fue de: CE (84.6 y 126) uS/cm, pH (6.98 y 7.56), turbiedad clara en al PI y turbiedad evidente en los PII - PIII), y temperatura (9.04 y 14.3) °C. Respecto a los metales pesados: As (0.78 a 6.62) µg L^{-1}, Cr (1.95 a 10.5) µg L^{-1}, Cu (2.68 a 6.78) µg L^{-1}, Pb (0.58 a 5.45) µg L^{-1}. Llegaron a la conclusión que el promedio de metales en agua, está por debajo de los ECA - categoría 3. En cambio, para sedimentos, el As (11.52 mg kg^{-1}) y Cd (1.14 mg kg^{-1}), superan los límites sugeridos por la ISQG de Canadá. Esto produciría impactos negativos en la calidad del recurso hídrico.

Salas et al. (2020), desarrollaron un estudio en el río Crucero - Puno - Perú, para determinar los parámetros fisicoquímicos y analizar la concentración de metales pesados (cadmio, zinc y arsénico) en aguas y sedimentos, empleando la espectroscopía de emisión atómica de plasma acoplado por inducción. Los resultados como: T (7,3 a 16,4) °C, pH (8,2 a 8,9), CE (149 a 242) uS/cm; así como para metales en agua Cd (0,00011 - 0,00429) mg/L, Zn (0,0177 - 1,059) mg/L; y metales en sedimentos As (16,65 - 36,72) mg/Kg, Cd (5,9508 - 10,271) mg/Kg, Zn (497 - 1227) mg/Kg, concluyen que, los niveles de pH en la época seca, el agua no sea apta para el consumo de la población y que podría tener influencia en la precipitación de metales. Se determinó sólo la presencia de Cd y Zn en aguas superficiales, pero no superan los límites de la norma. Pero sucede lo contrario en sedimentos, tras evidenciar que el As, Cd y Zn, sobrepasan los límites de los estándares de calidad ambiental nacionales.

Mariño (2023), desarrolló un estudio en el río Higueras - Huánuco - 2022, con la finalidad de evaluar la influencia de los vertimientos de aguas residuales producidos por los habitantes. Los resultados que obtuvo tras el recojo de muestras en 05 puntos de muestreo, fueron: pH (7,2 a 8,91); temperatura (17,1 a 19,7) °C; aceites y grasas (< 0,50 - 14,99) mg/L; conductividad (143,3 a 321) uS/cm; DBO5 (0,015 a 1,15) mg/L; nitrato (< 0,020 - 7,39) mg/L; concluyendo que, los indicadores fisicoquímicos no excedieron el ECA 1-2A y 3.

Paredes & Roldán (2022), con el objetivo de evaluar la influencia de los detergentes en la eutrofización de lagos y ríos, realizaron una investigación consistente en el análisis

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

documental de 30 artículos científicos, encontrando concentraciones altas de fosfatos (< 10.287 mg/L) en el río Coata - Puno, los mismo que modifican los parámetros del agua, desencadenando cambios en la temperatura (13°C - 16°C) y pH (9,80), concluyendo que el dispersado de detergentes impide que las algas en el fondo del agua hagan fotosíntesis, reduciendo así la cantidad de oxígeno y alterando la velocidad de las etapas fisiológicas de organismos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, 2024, de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Determinar la concentración de metales pesados (Cd, As, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. EL AGUA

El agua es el elemento indispensable para la vida en este mundo y para lograr el desarrollo de los ecosistemas. Sin embargo, para ser utilizado, solo está disponible en un 0,5% de ríos, aguas de lluvia, lagos, reservas y corrientes. A razón del incremento poblacional, hoy en día la utilización del agua se ha duplicado. Ello no solo incrementó la demanda de agua, sino de elementos dañinos en los recursos hídricos provenientes de la contaminación. (Ortega & Sánchez, 2021)

2.1.2. CALIDAD DE AGUA

Los cuerpos de agua como los ríos, lagos y lagunas, representan importancia en los ecosistemas para un hábitat diverso de flora y fauna. Es por ello que la fortaleza de los ecosistemas, está ligada con la calidad del agua en ellos. Químicamente una molécula de agua está estructurada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Pero, todo este líquido vital existente en la Tierra, ostenta también características físicas, químicas y biológicas que, en global, representa calidad de agua; la cual, puede ser apta o no para algunos procedimientos. En la Tierra, es constante la cantidad de agua; pero, es muy variable la calidad por la actividad antrópica. El correcto uso en cuanto a cantidades y la conservación de la calidad del agua, permitirá su acceso actual y futuro. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México et al., 2021)

La calidad del agua obedece a las características de la cuenca hidrográfica, de la geología y los suelos. Sin embargo, las acciones humanas repercuten fuertemente en la

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

contaminación de los ríos. Siendo las fuentes principales de contaminación, las tareas agrícolas, ganaderas y la urbanización en la extensión de las subcuencas investigadas. Es complicado para algunas poblaciones, disponer de agua de calidad de sus fuentes de dotación. (Pauta et al., 2019)

2.1.3. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Los parámetros físico-químicos, desempeñan un rol influyente en la evaluación de la calidad del agua, pues brindan información valiosa respecto de las propiedades y conveniencia para diferentes usos. Así también, son fundamentales para reconocer fuentes de contaminación y evaluar la fortaleza de un ecosistema acuático. Determinados parámetros físicos como el pH, la conductividad y la temperatura, pueden ser captados por el hombre a través de sus sentidos, llegando a percibir su estética y aceptación. Asimismo, se tiene parámetros fisicoquímicos como la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO_5), el Oxígeno Disuelto, los metales y los fosfatos; estos son de trascendencia para determinar la existencia de elementos contaminantes en el recurso hídrico. (Marquez, 2024)

2.1.4. RÍOS

Se refiere a los cuerpos de agua en estado lótico (ríos); es decir, todo recurso hídrico que se desplaza de manera continua en un mismo sentido de ruta. Esto implica una circulación y recorrido inalterable. (Ponce, 2023)

Para cubrir las necesidades agrícolas, industriales, recreativas, entre mucho más, son los ríos los que se han convertido en el recurso de agua dulce más imprescindible para el hombre. Para una gestión eficaz de los recursos hídricos, es necesario obtener información confiable respecto a sus características y propensión de la calidad del agua. Precisamente, la litología de la cuenca, condiciones climáticas, cambios atmosféricos y eventos catastróficos como las erupciones volcánicas, influyen en la calidad del agua de los ecosistemas hídricos. Pero, en la actualidad, por las diversas acciones del ser humano, múltiples arroyos y ríos, tienen algún grado de infección. El exceso de nutrientes

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

o, los patógenos derivados de aguas residuales, conmina a un 80% de ríos fronterizos, por ejemplo. (Leal et al., 2021)

2.1.5. CONTAMINACIÓN DE FUENTES HÍDRICAS - RÍOS

La contaminación de las fuentes hídricas por metales pesados, se ha convertido en unos de los problemas más complejos a nivel ambiental. Esto a razón de la toxicidad que contienen los metales pesados en las aguas de los ríos lo que, a su vez, se convierte en un inconveniente para las personas que se suministran de estas fuentes de agua. El problema se agudiza cuando el exceso de concentración de los metales pesados de los recursos hídricos, proviene de las actividades del hombre, incrementando los efectos negativos en el ambiente y los sistemas ecológicos. (Pabón et al., 2020)

La causa principal, por la que se degrada la calidad de los ríos, obedece a las descargas de agua residual de origen urbano, seguido de la industrial y la agrícola. (Ortiz et al., 2019)

2.1.6. AGRICULTURA Y LA CONTAMINACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES

En la agricultura, para el control de plagas, se ha registrado un aumento sobre el uso y cantidad de la aplicación de plaguicidas. Estas sustancias, son consideradas como uno de los principales contaminantes del medio, ya que sus efectos tóxicos, excedieron el aprovechamiento ligado a su uso. Este tipo de contaminación, suele ser difusa y se transporta mediante diversas fuentes de escorrentía superficial, lixiviación, erosión y la incorrecta disposición de envases vacíos. (Rodríguez et al., 2019)

2.1.7. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Se entiende por contaminación del agua, a la inserción de residuos o de otro tipo de agentes a los océanos. Esto puede ser de manera directa o indirecta desde las acciones del hombre, las mismas que pueden producir daños a los recursos vivos, a los ecosistemas marítimos y por ende riesgos en salud humana, además de atrofiar las actividades marítimas. (Benítez et al., 2021)

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. CONTAMINACIÓN

Es producida en su mayoría por el ser humano, y va aumentando día a día en todo el planeta, devastando la vida de la flora y fauna. A pesar que el hombre, es un ser inteligente, no tiene la capacidad de preservar el planeta donde vive. (Quispe, 2021)

2.2.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Es toda inserción de elementos de características físico, químico y biológico en un ambiente natural, el cual modifica las condiciones del medio ambiente, provocando así el deterioro de la salud y la habitabilidad de la vida vegetal y animal. Desde la perspectiva ecológica, la alteración de las características físicas, químicas y biológicas, aparte de ser dañina para la biodiversidad y la vida humana, también conlleva a terminar con los recursos naturales. (Escandón et al., 2020)

2.2.3. ACEITES Y GRASAS

Los aceites y grasas que resultan ser estables, que no pueden mezclarse con el agua, provienen, en su mayoría, de los desperdicios de comida, salvo los aceites minerales cuyo origen es de otras actividades. Cuando las grasas y aceites resultan ser inmiscible en los cuerpos de agua, han de mantenerse encima, produciendo espumas y natas; ésta última, obstaculizan todo tipo de tratamiento fisicoquímico o biológico, siendo así importante que los aceites y grasas, puedan ser excluidos en las fases iniciales del tratamiento de las aguas residuales. (Briones et al., 2020)

2.2.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica (CE) es la medida del desplazamiento de cationes y aniones que están en el suelo o agua, entre un polo positivo y uno negativo; éstos, conforman la celda del conductímetro. La estimación de CE es correspondiente a la acumulación de cationes y aniones del medio. Entonces, si es superior el contenido total de sales en agua o en la solución de suelo, implica entonces una mayor CE. Este parámetro concede cuantificar las sales en una solución de suelo o sales disueltas de una muestra de agua. (Diaz, 2022)

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

2.2.5. NITRITOS (NO-2) Y NITRATOS (NO-3)

Ambos son compuestos solubles conformados por moléculas de nitrógeno y oxígeno. Usualmente, en el ambiente, el nitrito **(NO^{-2})** se transforma sin mayor dificultad a nitrato (**NO^{-3}**); esto implica que el nitrito no suele estar en aguas subterráneas. El hombre y sus actividades producen un exceso de los niveles de concentración, especialmente en el suelo. En los lechos profundos u otros cuerpos de agua como los ríos, se registran también concentraciones altas, esto se debe a que los compuestos son solubles en agua. Las actividades de tipo agrícola, ganadera, urbano e industrial, así como la descarga de emisión de gases de unidades vehiculares, están asociados a ser causantes de la contaminación de las aguas naturales por la presencia de compuestos nitrogenados. (Balcázar & Ricardo, 2021)

2.2.6. TURBIDEZ

La turbidez tiene que ver con la medida de la claridad del agua, la cual depende del material suspendido y el efecto a producir, puesto que reduce el tránsito de la luz mediante el agua. La turbidez, producida por los materiales suspendidos en una fuente de agua, contiene algas, microbios, plancton, partículas de suelo (arcilla, limo y arena) y otras sustancias. (Marín & Arriojas, 2020)

2.2.7. DETERGENTES (SAAM)

Los detergentes deterioran a la flora y fauna, con consecuencias directas o indirectas en los ecosistemas. Los detergentes son considerados uno de los principales contaminantes para el agua y el suelo. Su conformación está dada por elementos tensioactivos y demás compuestos que abarcan potenciadores, mejoradores y rellenos. El medio ambiente padeció una contaminación potencial por detergentes, cuando surgió el uso de jabón, fue sustituido por el de detergentes sintéticos. (Vera et al., 2023)

2.2.8. OXÍGENO DISUELTO

Es un componente presente en forma molecular en la naturaleza. Este elemento tiene una característica no polar, siendo así poco soluble en un medio acuático. Las moléculas de oxígeno disuelto, se encuentran en fuentes de agua, pero en una medida

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

relativamente baja, en promedio de 10 moléculas de oxígeno por cada millón de agua. Es claro que el oxígeno disuelto no se enlaza con el oxígeno que se encuentra en la molécula de agua, pues éste ha sido agregado a través de la relación del agua con la atmósfera o, por la descarga de aguas subterráneas. (Mórtola, 2022)

2.2.9. DBO5

Es un parámetro primordial que permite evaluar la calidad de aguas residuales así como superficiales. En este proceso se determina la cantidad de oxígeno para normalizar biológicamente la materia orgánica de los cuerpos de agua. La DBO_5, se refiere a la proporción de oxígeno que demandan los microorganismos para desarrollar la fase de oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en condiciones aeróbicas. La cantidad a necesitar se obtiene en un laboratorio, a una temperatura de 20°C y a 5 días de incubación y se conoce como DBO_5 expresada en mg/l. (Rojas et al., 2021)

2.2.10. DQO

Es un parámetro efectivo de acumulación orgánica en aguas residuales de tipo municipales venenosos a la vida biológica y, de tipo industrial. La DQO se emplea para calcular el oxígeno semejante a la materia orgánica, oxidable químicamente a través de un componente oxidante férreo, usualmente el dicromato de potasio a alta temperatura y en un medio ácido. Se necesita el apoyo de un catalizador, como el sulfato de plata, para conseguir la oxidación de ciertos compuestos orgánicos resistentes. (Rojas et al., 2021)

2.2.11. METALES PESADOS

Según la tabla periódica, los metales pesados son calificados como elementos químicos de alta densidad; es decir, mayor a 4 g/cm^3, cuya masa y peso atómico están por encima de 20 y son también tóxicos en concentraciones bajas. Entre estos elementos están: Aluminio (Al), Berilio (Be), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), entre otros. En el mundo, la contaminación de los cuerpos de agua por metales pesados, se ha transformado en uno de los mayores problemas ambientales. (Pabón et al., 2020)

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Los metales pesados están definidos como elementos inorgánicos prioritarios, pero a su vez son la razón de una gran preocupación porque sus magnificaciones llegan a los niveles tróficos más altos. Se ha reportado que la bioacumulación de metales produciría trastornos metabólicos, reproductivos y neurológicos, simbolizando así un alto riesgo para la salud del ser humano. (Salas et al., 2021)

El Arsénico: Este elemento químico, es un metaloide, lo cual quiere decir que presenta las características de los metales y no metales. El arsénico se encuentra en tres estados: gris o metálico amarillo, negro y alotrópico. Este elemento químico está repartido mayormente en los minerales sulfurosos y en la naturaleza. La forma más abundante, es la arsenopirita (FeAsS). (Corrales, 2021)

El Arsénico es considerado un metaloide muy tóxico propalado en la corteza terrestre. Se pueden encontrar en los mantos acuíferos, luego de un proceso de erosión, desintegración y disolución de las rocas. En los mantos acuíferos existen como sales inorgánicas de arsenito (As III) y arsenato (As V), siendo el primero el más tóxico; ésta se puede ingerir cuando está en el agua de beber, ya que no presentar aroma y sapidez, produciendo el hidroarsenicismo crónico. (Padilla, 2021)

2.2.12. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

Se establece en función a la actividad de iones de hidrógeno. De acuerdo con Sørenson, el pH está definido como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno. Generalmente, la teoría de pH es expuesto con iones H^+ en vinculación con los valores de pH; pero, el correcto ión a referir, es el hidronio, denominado formalmente como oxonio, según la UPAC. (Mettler, 2019).

2.2.13. TEMPERATURA

La temperatura es un parámetro significativo en los cuerpos hídricos, debido a su contribución en la demora o aceleración de la actividad biológica, la precipitación de compuestos, la absorción de oxígeno, la desinfección, la disposición de depósitos y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. (Mendoza & Romero, 2020)

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

En el ambiente, el agua debería estar en una temperatura entre los 27 a 29°C. (Quijije et al., 2019)

2.2.14. ECAS

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) está contemplado como un instrumento de gestión ambiental, que se implanta para evaluar el estado de la calidad del ambiente dentro del territorio nacional. El ECA instituye niveles de concentración de componentes o sustancias que se encuentran en el ambiente, el mismo que no pueda significar riesgo para la salud y el ambiente. En el Perú, se cuenta con cinco tipos de Estándares de Calidad Ambiental, que aplican para Agua, Aire, Suelo, Ruido y Radiaciones No Ionizantes. (Ministerio del Ambiente, 2019)

2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), para 4 categorías de utilización de agua. Propiamente, la categoría 3 del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, consigna los parámetros que se debe de cumplir para riego de cultivos y bebida de animales, el mismo que presenta dos subcategorías. ***(ver anexos 02 y 03)***

2.3.1. LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (LEY N° 29338)

Tiene por finalidad estandarizar los procedimientos técnicos y criterios para evaluar la calidad de los Recursos Hídricos, ya sea agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta. El Estado peruano impulsa e inspecciona el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos, evitando la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad de agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1 .

La concentración de metales pesados (Cd, As, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con la normatividad de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1 .

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
repositorio.upsc.edu.pe

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El río Phusalaya Jahuira, tiene una extensión aproximada de 5.5 kilómetros considerando sus confluencias. Sus aguas se originan en los cerros altos del Centro Poblado de Ichu. Presenta hasta 5 afluentes que conforman un río principal, el cual ha sido denominado por la misma población como: río Phusalaya Jahuira.

La población de dicho centro poblado, ubicado a 13 kilómetros al sur de la ciudad de Puno, se dedica al cultivo de papa, cebolla, quinua, habas, avena y hortalizas (zanahoria, cebolla, rábano, entre otros); así como a la crianza de ganado vacuno, ovino, porcino, entre otros. Para estas actividades, los pobladores emplean las aguas de dicho río para dar de beber a sus ganados y para el riego de ciertos cultivos.

Colindancias del río Phusalaya Jahuira:

Este: Lago Titicaca.

Oeste: Cerro Jachawi, Cerro Mollopunco Pachajiri.

Norte: Centro Apacheta - Jayllihuaya.

Sur: Cerro Atoja.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población son las aguas del río Phusalaya Jahuira, del Centro Poblado de Ichu, distrito de Puno, Provincia de Puno.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

3.2.2. MUESTRA

Para este estudio, se establecieron tres puntos de muestreo, bajo la muestra no probabilística proporcional. De esta manera, haciendo uso de un GPS, los puntos de muestreo se identificaron dentro de un tramo de 2.11 kilómetros del río Phusalaya Jahuira.

Tabla 01: Ubicación de los puntos de muestreo.

COORDENADAS UTM			
Puntos de muestreo	**N**	**E**	**Altitud**
RPjah 1	0399261	8243151	3859 m
RPjah 2	0399495	8243391	3853 m
RPjah 3	0400513	8244649	3827 m

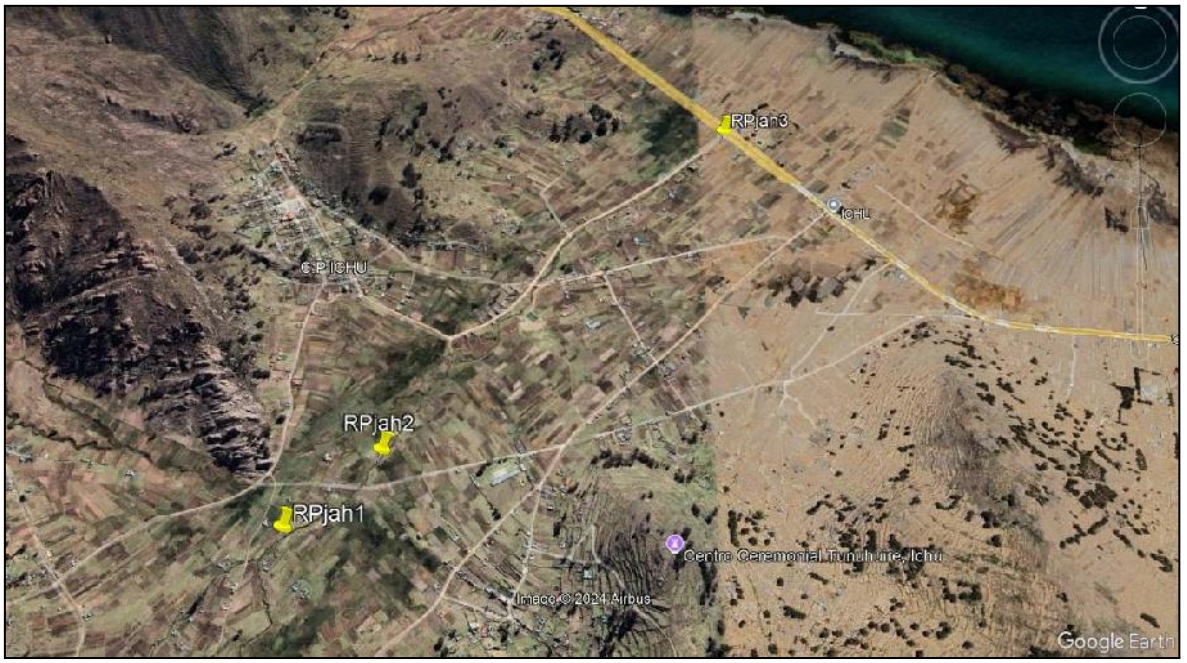


Figura 01: Ubicación de puntos de muestreo en el río Phusalaya Jahuira.

Fuente: Adaptado de la imagen satelital de Google Earth Pro.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio, corresponde al tipo descriptivo, debido a que solo se describieron los parámetros fisicoquímicos hallados en las muestras de agua.

3.3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación, es una de tipo no experimental, a razón de que no se maniobró ninguna de las variables, y no se alteró la realidad.

3.3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

a) Para el Objetivo Específico 1: Determinar la concentración de parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos que se midieron fueron: turbidez, temperatura, aceites y grasas, conductividad eléctrica, pH, detergentes, oxígeno disuelto, DBO_5, DQO, NO^{-2}, NO^{-3}. La técnica empleada para el acopio de datos, fue a través de la toma de muestras de manera manual e in situ por cada muestra. Las muestras se recogieron en el siguiente orden: Punto de Muestreo 01 (RPjah1) tras la confluencia de dos afluentes. Luego, a 0,34 kilómetros del primero punto, se estableció el Punto de Muestreo 02 (RPjah2). Finalmente, a 1,62 kilómetros del segundo punto, se determinó el Punto de Muestreo 03 (RPjah3). Todas las muestras fueron recogidas el domingo 27 de octubre de 2024, para luego ser analizadas en el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. ALAB.

Instrumentos

- Los Estándares de Calidad Ambiental para agua, aprobados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. ***(ver anexo 02)***
- El Protocolo Nacional de la Calidad de los Recursos Hídricos - Autoridad Nacional del Agua.

b) Para el Objetivo Específico 2: Determinar la concentración de metales pesados

La concentración de metales pesados que se midieron fueron: Cadmio, Arsénico, Mercurio, Plomo, Cobre y Cromo. La técnica empleada para la recolección de datos, fue a través de la toma de muestras de manera manual e in situ por cada muestra. Las

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

muestras se recolectaron en el siguiente orden: Punto de Muestreo 01 (RPjah1) tras la confluencia de dos afluentes. Luego, a 0,34 kilómetros del primero punto, se estableció el Punto de Muestreo 02 (RPjah2). Finalmente, a 1,62 kilómetros del segundo punto, se determinó el Punto de Muestreo 03 (RPjah3). Las muestras fueron recogidas el domingo 27 de octubre de 2024, para luego ser analizadas en el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. ALAB.

Instrumentos

- Los Estándares de Calidad Ambiental para agua, aprobados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. ***(ver anexo 03)***
- El Protocolo Nacional de la Calidad de los Recursos Hídricos - Autoridad Nacional del Agua.

3.3.4. FRECUENCIA DE LA TOMA DE MUESTRAS

Frecuencia de la toma de muestras

Se realizó en una única fecha: domingo 27 de octubre de 2024, en base a 3 muestreos, tomándose 8 muestras por cada punto de muestreo, haciendo un total de 24 muestras.

Registro de datos de campo

Se redactó el nombre y apellidos completos del responsable de la toma de muestra de agua, puntos de muestreo, coordenadas UTM, hora y fecha, localidad, distrito, provincia y firma del responsable.

3.3.5. MUESTREO, ROTULADO, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE MUESTRAS AL LABORATORIO

El cumplimiento del Protocolo Nacional de la calidad de los Recursos Hídricos - Autoridad Nacional del Agua 2011, permitió conseguir una adecuada maniobra de las muestras.

Trabajo en Pre-Campo

Con el objetivo de realizar el correcto recojo de muestras de agua en campo y no presentar inconvenientes, previamente se alistó todos los materiales e implementos necesarios para el trabajo en campo. Esto implicó organizar los materiales de laboratorio, imprimir los formatos de cadena de custodia y otros, tener con carga el GPS y el equipo

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

móvil de telefonía, y disponer de una movilidad para el traslado y retorno del trabajo en campo.

Trabajo en Campo

Una vez llegado a los puntos de muestreo 1, 2 y 3 (RPjah1, RPjah2, RPjah3), se observó la zona para iniciar el procedimiento en campo, el cual, es como sigue:

- Ubicado en el punto, se empleó el equipo GPS para realizar la lectura de las coordenadas en UTM. ***(ver figura 20)***
- Seguidamente se alistó los frascos (pre-rotulados) acordes al tipo de indicadores a evaluar.
- Tras el recojo de muestra, se terminó de rotular los frascos, indicando el nombre del responsable de la toma de muestra, la fecha, hora y lugar.
- Cada muestra, fue almacenada en el cooler proporcionado por el laboratorio. En caso de los envases de vidrió, fueron colocados cuidadosamente y protegidos con un film alveolar para evitar su ruptura.
- Para evitar un daño y contaminación, los frascos son transportados en el cooler hasta completar el recorrido de los puntos de muestreo.
- En cada punto de muestreo, se realizó la lectura del parámetro físico: temperatura.
- Se completó con el llenado del formato cadena de custodia proporcionada por el laboratorio. Los datos fueron consignados conforme al trabajo de campo realizado. ***(ver anexo 04)***
- Concluído con el recojo de muestras de agua de los tres puntos de muestreo y, colocados los frascos en el cooler debidamente refrigerado con bolsas ziploc con gel pack/ice pack, se procedió con el traslado al laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. ALAB mediante una agencia de encomiendas hacia la región de Arequipa.

Toma de muestras para parámetros fisicoquímicos

a) **Para el Objetivo Específico 1: Determinar la concentración de parámetros fisicoquímicos**

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

El recojo de muestras para los parámetros fisicoquímicos como: turbidez, temperatura, conductividad eléctrica, pH, detergentes, oxígeno disuelto, DBO_5, DQO, NO^{-2}, NO^{-3}, fueron realizados en envases de plástico; en tanto, las muestras de aceites y grasas fue recogida en un frasco de vidrio. ***(ver figura 21).***

- Para el recojo de las muestras, primeramente, el muestreador (tesista) se vistió adecuadamente, colocándose un mandil blanco, una gorra descartable en la cabeza, un cubrebocas y guantes para evitar contaminar las muestras de agua. Asimismo, para ingresar al río Phusalaya Jahuira, vistió un par de botas de agua.
- Ubicado en el punto medio de la corriente principal del río, se procedió a enjuagar los frascos para luego realizar el recojo de muestras de agua.
- Posteriormente, se cogieron los frascos por debajo del cuello para luego sumergirlos en el río y extraer la muestra deseada.
- En todo momento, se cuidó de no contaminar la superficie interna de los frascos.
- Para el análisis de DBO_5, se tomó la muestra lentamente, hasta llenar por completo el frasco, evitando la formación de burbujas.

b) Para el Objetivo Específico 2: Determinar la concentración de metales pesados

El recojo de muestras para la concentración de metales pesados como: cadmio, arsénico, mercurio, plomo, cobre, cromo, fueron realizados en envases de plástico. ***(ver figura 22).***

- Para el recojo de las muestras, primeramente, el muestreador (tesista) se vistió adecuadamente, colocándose un mandil blanco, una gorra descartable en la cabeza, un cubrebocas y guantes para evitar contaminar las muestras de agua. Asimismo, para ingresar al río Phusalaya Jahuira, vistió un par de botas de agua.
- Ubicado en el punto medio de la corriente principal del río, se procedió a enjuagar los frascos para luego realizar el recojo de muestras de agua.
- Posteriormente, se cogieron los frascos por debajo del cuello para luego sumergirlos en el río y extraer la muestra deseada.
- En todo momento, se cuidó de no contaminar la superficie interna de los frascos.

Conservación, envío y recepción de muestras de agua en laboratorio

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

- Las muestras de agua recolectadas, fueron conservadas en el cooler a una temperatura de 4 °C.
- En las muestras de agua para el análisis de DQO, Metales Pesados y Aceites y Grasas, fue necesario la aplicación de preservantes como: H_2SO_4 y HNO_3.
- El cooler, conteniendo las muestras de agua a analizar y la cadena de custodia debidamente llenada, fueron enviadas el mismo días de su recojo en campo (27 de octubre de 2024), a las 13:00 horas, en una agencia de encomiendas hacia la ciudad de Arequipa, lugar donde se ubica el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. ALAB.
- El laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. ALAB, recogió y recepcionó las muestras en fecha 28 de octubre de 2024.

Tabla 02: Ubicación, fecha y hora de los puntos de muestreo.

	COORDENADAS UTM				
Puntos de muestreo	**N**	**E**	**Altitud**	**Fecha**	**Hora**
RPjah 1	0399261	8243151	3859 m	27/10/2024	09:15 a.m.
RPjah 2	039995	8243391	3853 m	27/10/2024	10:05 a.m.
RPjah 3	040013	8244649	3827 m	27/10/2024	11:00 a.m.

Las muestras recogidas y debidamente almacenadas, fueron enviadas al laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. ALAB, las mismas que fueron analizadas mediante el método: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association - American Society for Testing Materials - U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 03: Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Escala
Variable <u>independiente</u>: Concentración parámetros	Física	Turbidez	Alta
		Temperatura	
	Química	Aceites y grasas	Baja
		Conductividad eléctrica	
		pH	
		Detergentes	
		Oxígeno disuelto	
		DBO_5	
		DQO	Cumple
	Metales pesados	NO^{-2}/NO^{-3}	No cumple
	Riego vegetales	Cadmio, arsénico, mercurio, plomo, cobre, cromo.	
Variable <u>dependiente</u>: Calidad del agua		ECA categoría 3 D1	

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para la sistematización y presentación de tablas y figuras de los datos obtenidos producto de los análisis de laboratorio de las muestras de agua, se realizó con el soporte del método estadístico descriptivo, para su correspondiente interpretación análisis y discusión de los resultados previa comparación con los ECA Categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

4.1.1. TURBIDEZ

Tabla 04: Turbidez en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	4,95	-	NTU
RPjah2	0,37	-	NTU
RPjah3	2,91	-	NTU

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

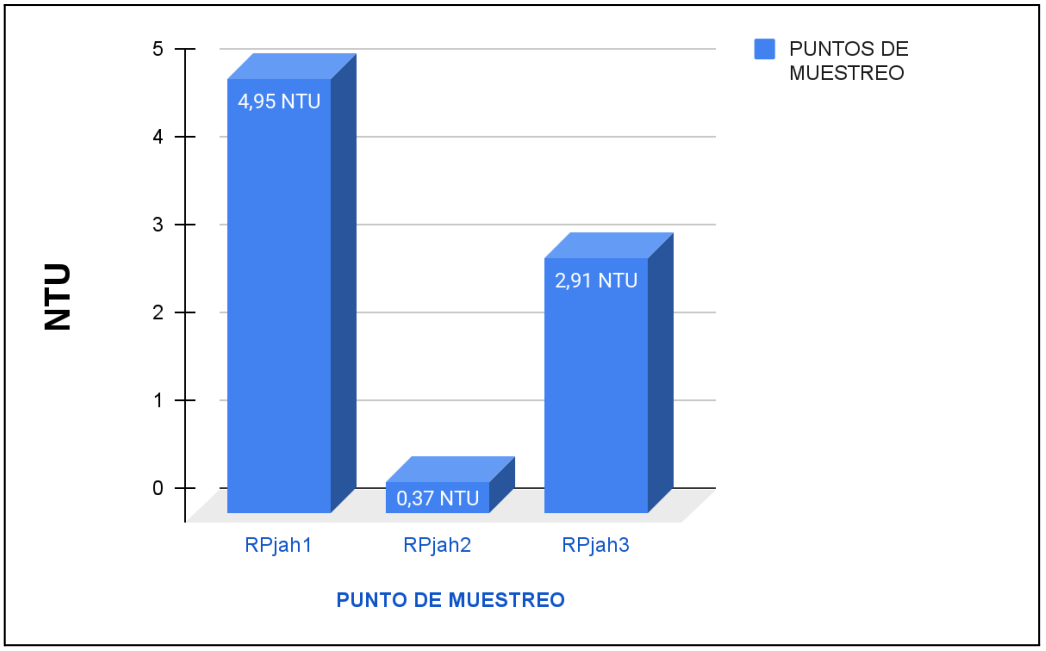


Figura 02: Determinación de la turbidez del agua en el río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 04 y figura 02, se observa que las unidades nefelométricas de turbidez (NTU) de las aguas del río Phusalaya Jahuira, resultaron para el punto de muestreo 1 (RPjah1) de 4,95 NTU; para el punto de muestreo 2 (RPjah2) de 0,37 NTU; y, para el punto de muestreo 3 (RPjah3) de 2,91 NTU. Estos resultados, intentaron ser comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA); sin embargo, no existen valores específicos para la categoría 3 D1. Por otro lado, los resultados logrados en esta investigación, son inferiores a los obtenidos en la investigación de Campins et al. (2020), donde evaluó la calidad ambiental de los arroyos La Totora y La Carolina, situados en el Partido de Gral. Alvarado - Buenos Aires - Argentina, obteniendo valores para turbidez de 83 NTU y 92 NTU.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.1.2. TEMPERATURA

Tabla 05: Temperatura en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	12,8	9,8	°C
RPjah2	13	10	°C
RPjah3	14,8	11,8	°C

Figura 03: Determinación de la temperatura del agua en el río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 05 y figura 03, se observan las temperaturas registradas in situ de los puntos de muestreo; siendo para el primer punto RPjah1 de 12,8 °C; para el segundo punto RPjah2 de 13°C; y, para el tercer punto RPjah3 de 14,8°C. ***(ver figura 23)***. Estos resultados se consideran como aceptables para riego con relación a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) dado que están por encima del mínimo establecido sobre 3 ºC; dichos resultados, presentan mínima diferencia de temperatura con los obtenidos por Ojeda (2022) en su investigación para evaluar la calidad del agua y verificar la presencia de metales pesados y parámetros fisicoquímicos en la irrigación Canal N irrigada por aguas del río Llallimayo - Melgar, con respecto para riego de vegetales y bebida para

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

animales, obteniendo valores de temperatura entre 10,7 a 13°C. De otro lado, también se pueden observar valores menores de temperatura comparados con los registrados en la investigación de Villavicencio (2021), quien realizó su estudio en el río Ccohohuayco en los sectores de Trancapata Alta y Bacas del río Ccohohuayco - Curahuasi - Abancay - Apurímac, con el objetivo de determinar el índice de calidad del agua para el riego de vegetales, cuyos valores fueron de 17 a 19 °C.

4.1.3. ACEITES Y GRASAS

Tabla 06: Aceites y grasas en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	< 0,05	5	mg/L
RPjah2	< 0,05	5	mg/L
RPjah3	< 0,05	5	mg/L

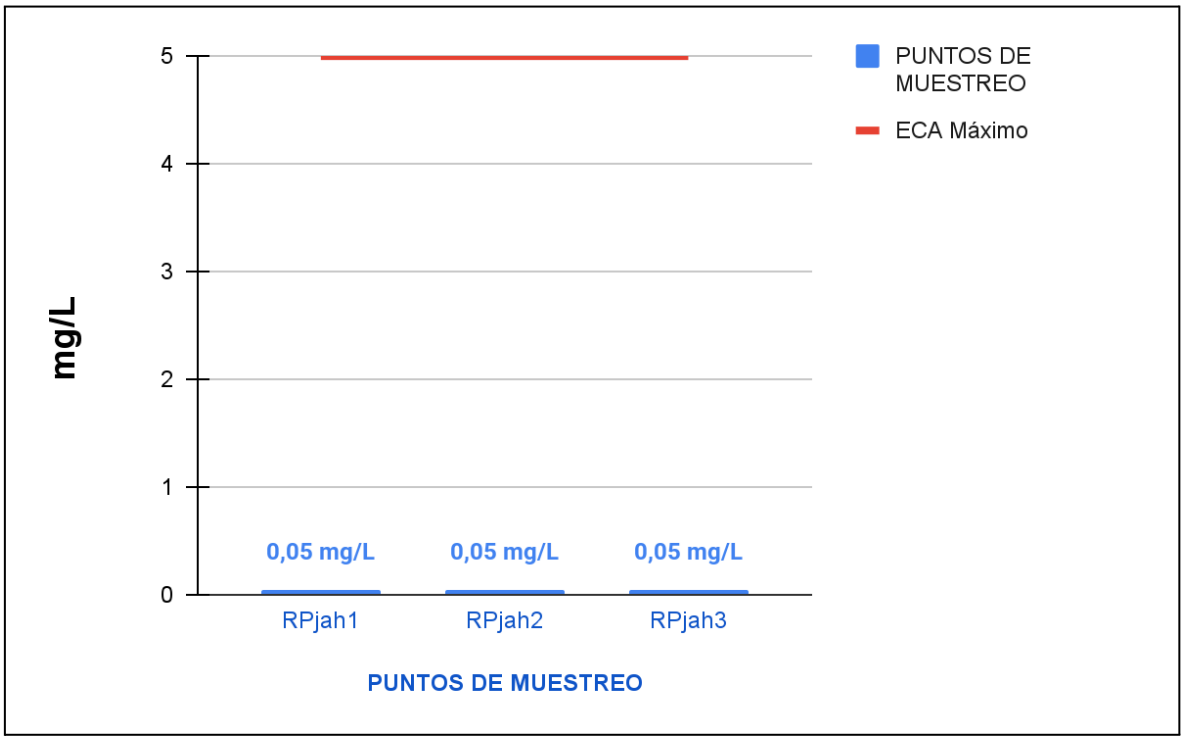


Figura 04: Determinación de aceites y grasas en aguas del río Phusalaya Jahuira.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

En la tabla 06 y figura 04, se observan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo; siendo para el primero punto RPjah1 el valor de < 0,05 mg/L; para el segundo punto RPjah2 el valor de < 0,05 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 el valor de < 0,05 mg/L. Con estos resultados, se denota claramente que, las aguas del río Phusalaya Jahuira, están muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental, significando ser apta para el uso de riego de vegetales. Dichos resultados, son inferiores a los obtenidos por Mariño (2023), en su estudio realizado en el río Higueras - Huánuco - 2022, cuyos resultados para aceites y grasas fueron: < 0,50 mg/L - 14,99 mg/L.

4.1.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Tabla 07: Conductividad eléctrica en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	313,00	2 500	µS/cm
RPjah2	313,00	2 500	µS/cm
RPjah3	321,00	2 500	µS/cm

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

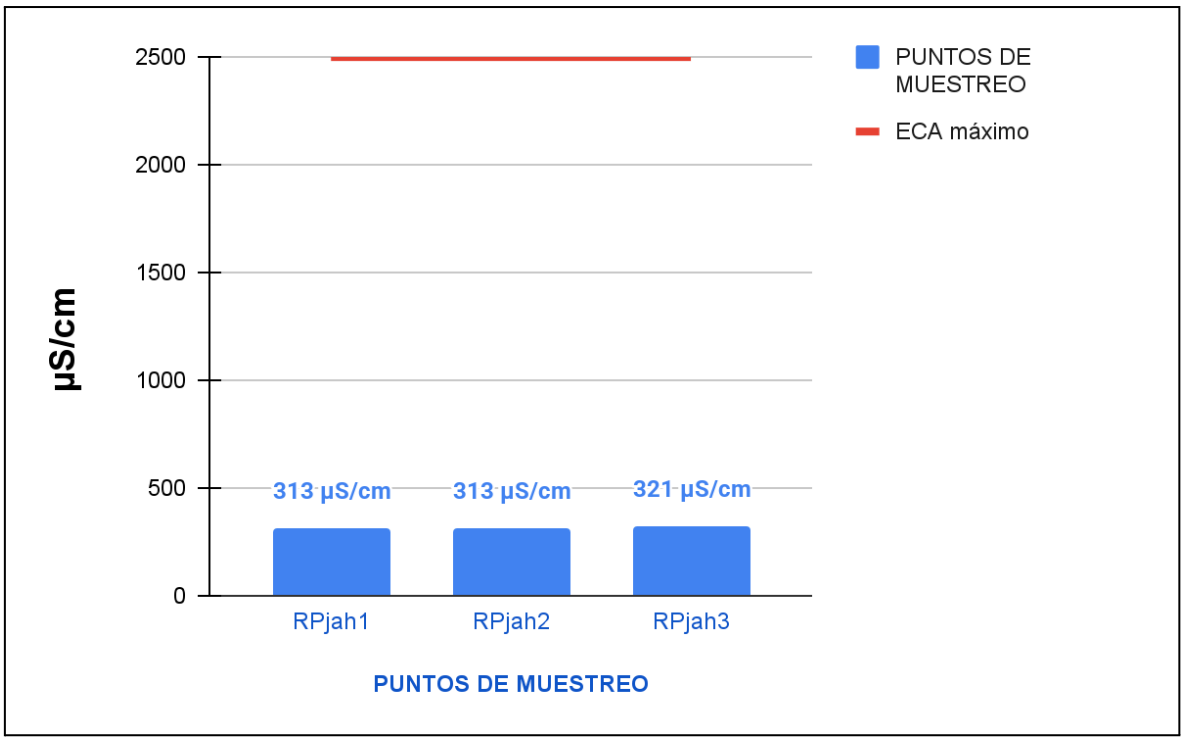


Figura 05: Determinación de la CE en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 07 y figura 05, se muestran los resultados obtenidos en los tres puntos de muestreo, siendo para el primer punto RPjah1 el valor de 313 µS/cm; para el segundo punto RPjah2 el valor de 313,00 µS/cm; y, para el tercer punto RPjah3 el valor de 321,00 µS/cm; denotando así que la conductividad eléctrica de las aguas del río Phusalaya Jahuira, son aptas para riego de vegetales, conforme a la Categoría - 3 de las ECAs. Estos resultados, son similares a los obtenidos por Chuquimia et al. (2023), quienes al realizar el estudio de calidad de agua y la categorización del Río Ichalaya, en La Paz - Bolivia, referente a la CE, obtuvieron como resultado en época de estiaje: 390,0 a 2300,0 µS/cm; y, en época de lluvia: 333,2 a 2104,0 µS/cm. De otro lado, resultan ser ligeramente superiores a los obtenidos por Villavicencio (2021), en su estudio en las zonas de Trancapata Alta y Bacas del río Ccohohuayco - Curahuasi - Abancay - Apurímac, donde la CE fue de: 180 - 255 µS/cm.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.1.5. POTENCIAL DE HIDRÓGENO

Tabla 08: Potencial de hidrógeno (pH) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	7,01	6,5 - 8,5	Unidad de pH
RPjah2	7,35	6,5 - 8,5	Unidad de pH
RPjah3	7,25	6,5 - 8,5	Unidad de pH

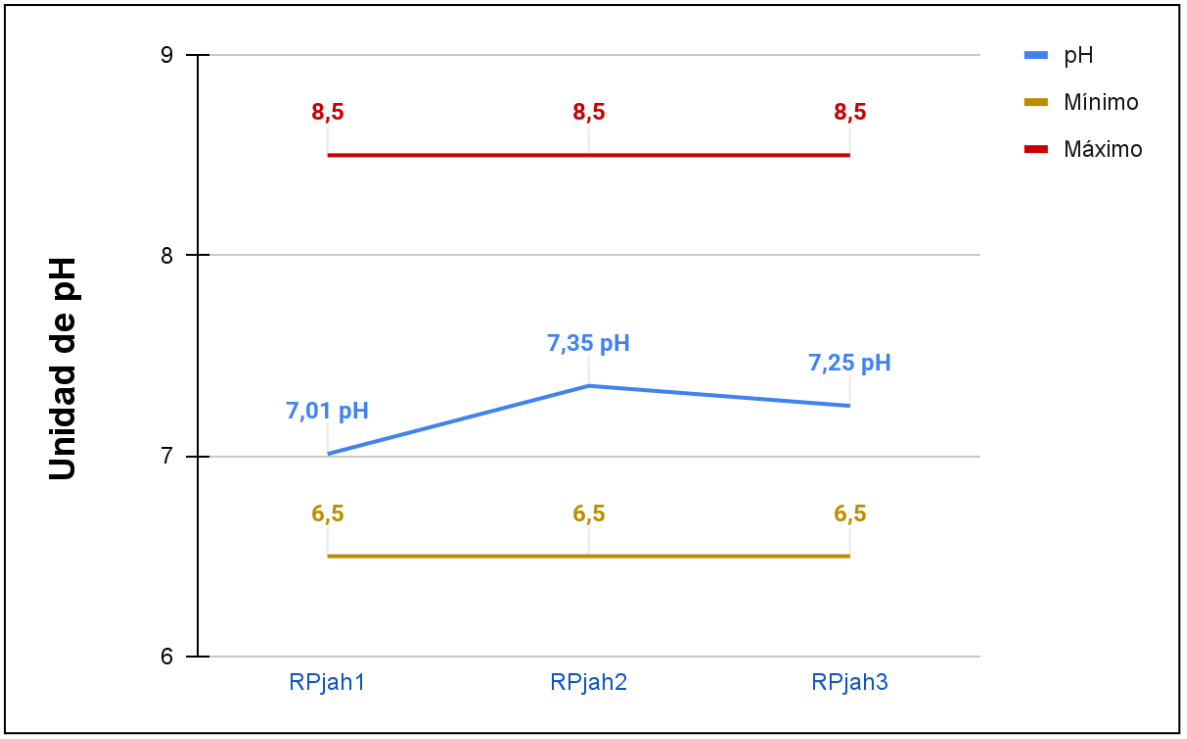


Figura 06: Determinación del pH en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 08 y figura 06, se muestran los resultados del pH, los mismos que se encuentran dentro de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), obteniendo para el primer punto 1 (RPjah1) un pH de 7,01; para el segundo punto (RPjah2) un pH de 7,35; y, para el tercer punto (RPjah3) un pH de 7,25. Dichos resultados, son similares con los resultados que obtuvo Fábrega et al. (2022) en su estudio de evaluación de la calidad del río Mariatio - Panamá, donde obtuvo valores de pH: 7,2 - 7,3 - 7,2. Asimismo, resultan ser similares con la investigación realizada por

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Salas et al. (2021), aplicada en el río Suches - Puno, con resultados de pH de: 6.98 y 7.56.

4.1.6. DETERGENTES

Tabla 09: Detergentes en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	< 0,020	0,2	mg/L
RPjah2	< 0,020	0,2	mg/L
RPjah3	< 0,020	0,2	mg/L

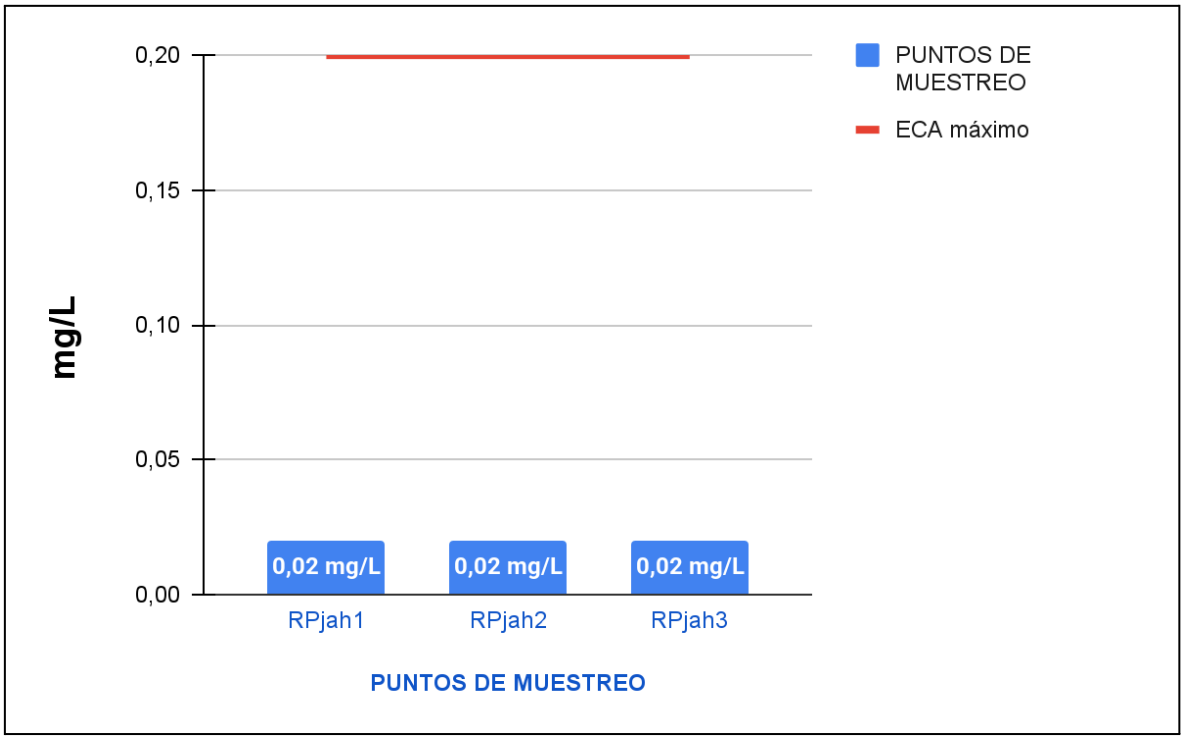


Figura 07: Determinación de detergentes en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 09 y figura 07, se muestran los resultados obtenidos del laboratorio, siendo para el primer punto RPjah1 el valor de < 0,02 mg/L; para el segundo punto RPjah2 el valor de < 0,02 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 el valor de < 0,02 mg/L, guardando relación en los tres puntos de muestreo e indicando a su vez que los valores están muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), lo cual implica

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

que las aguas del río Phusalaya son idóneas para actividades como riego de vegetales. Los resultados, son inferiores a los obtenidos en la investigación de Paredes & Roldán (2022), al analizar 30 artículos científicos y evaluar la influencia de los detergentes en la eutrofización de lagos y ríos, encontrando concentraciones altas de fosfatos (< 10.287 mg/L) en el río Coata - Puno.

4.1.7. OXÍGENO DISUELTO

Tabla 10: Oxígeno Disuelto en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	5,95	≥ 4	mg DO/L
RPjah2	7,17	≥ 4	mg DO/L
RPjah3	6,75	≥ 4	mg DO/L

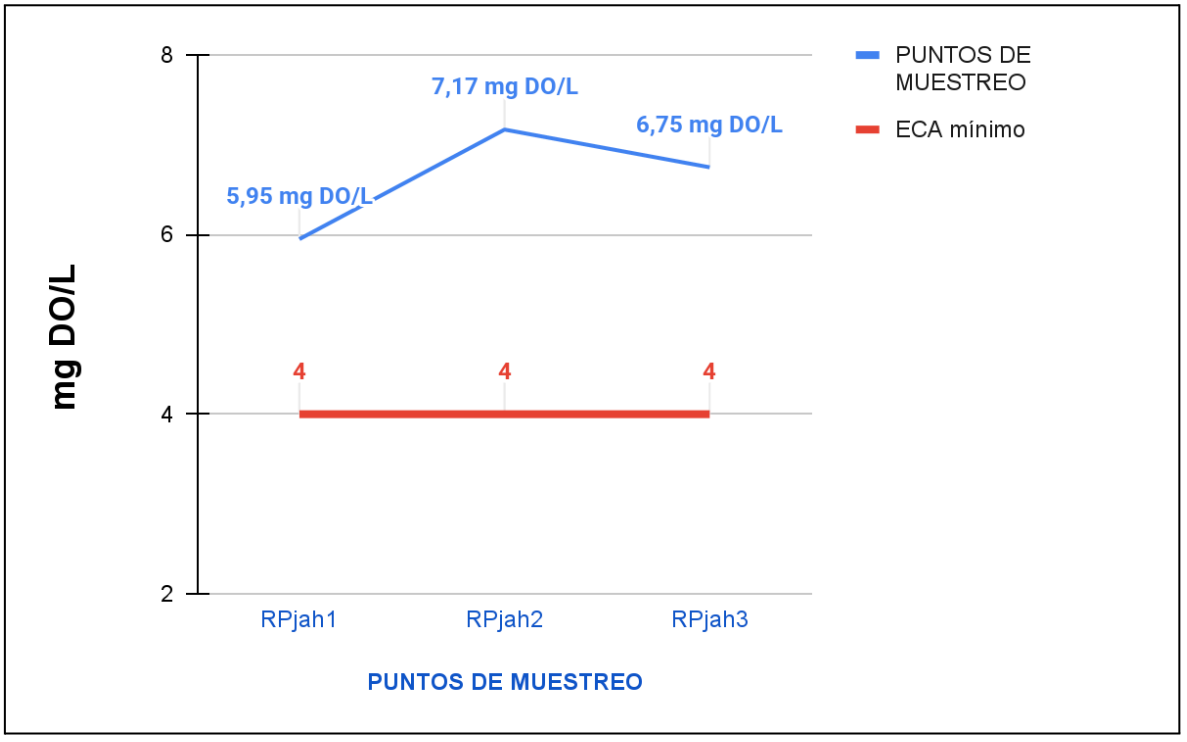


Figura 08: Determinación de Oxígeno Disuelto en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 10 y figura 08, se observa que el resultado para el primer punto RPjah1 es de 5,95 mg DO/L; para el segundo punto RPjah2 es de 7,17 mg DO/L; y, para el tercer punto

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

RPjah3 es de 6,75 mg DO/L. La normatividad de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), establecen que, para Oxígeno Disuelto (OD), el valor mínimo para riego de vegetales es mayor o igual a 4, los cuales sí sobrepasan el valor mínimo exigido por los ECAs, por la cual las aguas del río Phusalaya Jahuira, son aptas para riego vegetal. De esta manera, los resultados obtenidos, son similares a los obtenidos por Villavicencio (2021), quien en su estudio realizado en las zonas de Trancapata Alta y Bacas del río Ccohohuayco - Curahuasi - Abancay - Apurímac, obtuvo valores de: 6 mg/L - 7,2 mg/L de Oxígeno Disuelto.

4.1.8. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

Tabla 11: Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	**Resultados de laboratorio**	**Valor ECA para riego de vegetales**	**Unidad de medida**
RPjah1	3,6	15	mg/L
RPjah2	< 2,0	15	mg/L
RPjah3	< 2,0	15	mg/L

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

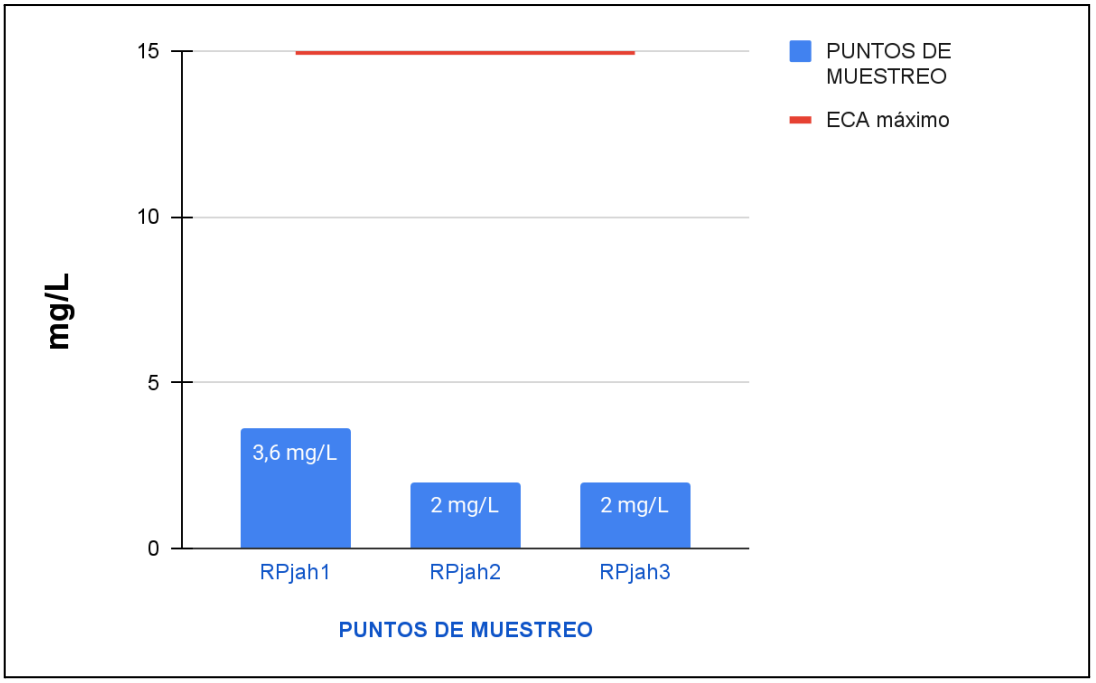


Figura 09: Determinación de DBO_5 en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 11 y figura 09, se observa que el resultado para el primer punto RPjah1 es de 3,6 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 2 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 es de < 2 mg/L; encontrándose muy debajo del límite establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs). Esto quiere decir que, las aguas del río Phusalaya Jahuira, son aptas para ser empleadas en el riego de vegetales. Dichos resultados son similares a los obtenidos por Villavicencio (2021) en su investigación en las zonas de Trancapata Alta y Bacas del río Ccohohuayco - Curahuasi - Abancay - Apurímac, en la cual determinó valores de: 1,5 mg/L - 3 mg/L de Demanda Bioquímica de Oxígeno. Del mismo modo, son similares a la investigación de Campins et al. (2020), quienes en su estudio de evaluación de calidad ambiental de los arroyos La Totora y La Carolina, ubicados en el Partido de Gral. Alvarado - Buenos Aires - Argentina, determinaron valores de: 3,16 mg/L - 2,46 mg/L.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.1.9. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

Tabla 12: Demanda Química de Oxígeno en aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	10,2	40	mg/L
RPjah2	< 5,0	40	mg/L
RPjah3	< 5,0	40	mg/L

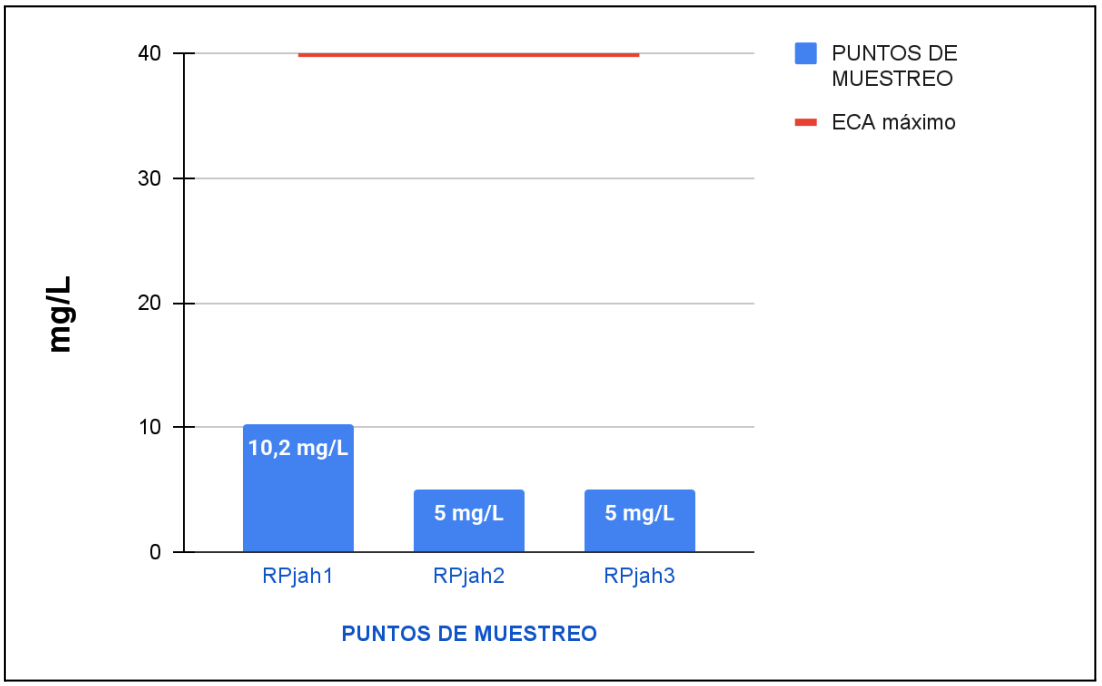


Figura 10: Determinación de DQO en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 12 y figura 10, se observa que el resultado para el primer punto RPjah1 es de 10,2 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 5 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 es de < 5 mg/L; los mismos que se encuentran muy por debajo de los límites contemplados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), siendo aguas propicias para ser empleadas en el riego de vegetales. Al respecto, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Ortega & Barrios (2023) en su estudio de la calidad del agua del río Torococha - Juliaca, en la que determinaron valores de: 640 mg/L - 960 mg/L para la

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Demanda Química de Oxígeno, significando un exceso en las concentraciones de DQO, superando los límites establecidos por las ECAS del D.S. N°004-2017- MINAM.

4.1.10. NITRITOS

Tabla 13: Nitritos (NO^{-2}) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	< 0,05	10	mg/L
RPjah2	< 0,05	10	mg/L
RPjah3	< 0,05	10	mg/L

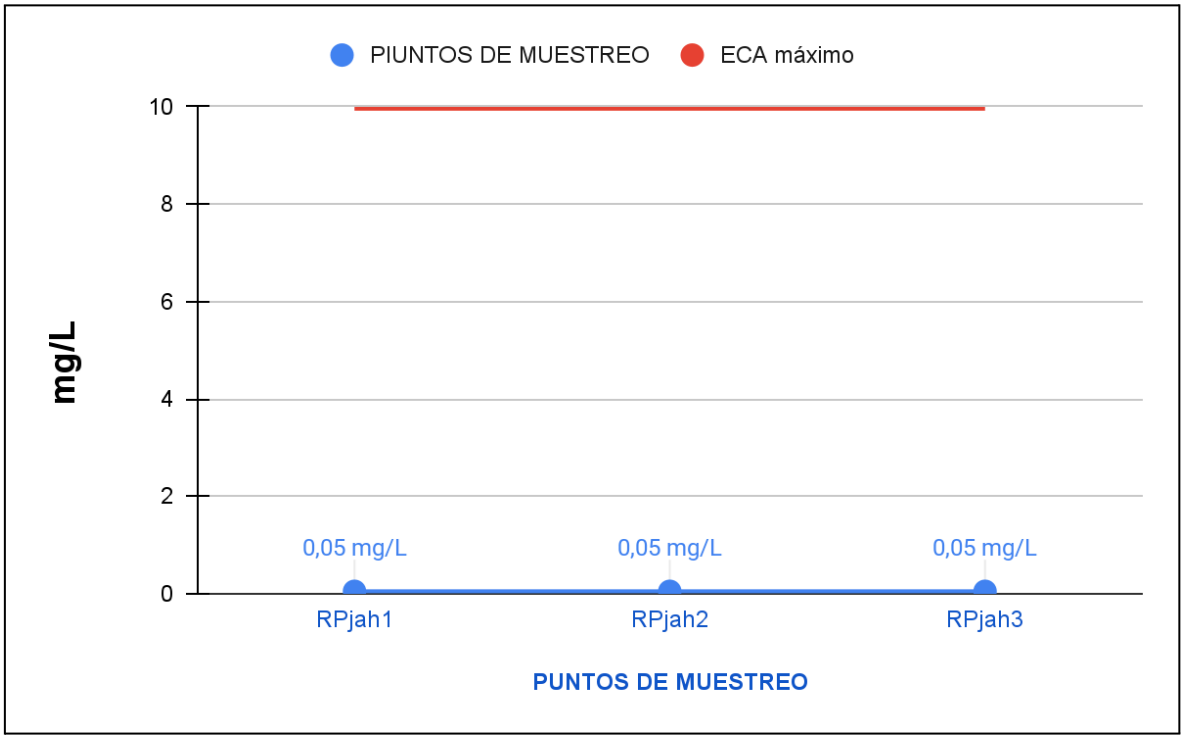


Figura 11: Determinación de Nitritos en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 13 y figura 11, se observa que el resultado para el primer punto RPjah1 es de < 0,05 mg/L: para el segundo punto RPjah2 es de < 0,05 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 es de < 0,05 mg/L; encontrándose muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), lo que significa que las aguas del río Phusalaya Jahuira son aptas para el riego de vegetales. Dichos resultados, son relativamente similares a los obtenidos por Villavicencio (2021), quien en su estudio en

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

las zonas de Trancapata Alta y Bacas del río Ccohohuayco - Curahuasi - Abancay - Apurímac, determinó para nitritos el valor de 0 mg/L.

4.1.11. NITRATOS

Tabla 14: Nitratos (NO^{-3}) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	0,09	100	mg/L
RPjah2	0,09	100	mg/L
RPjah3	0,09	100	mg/L

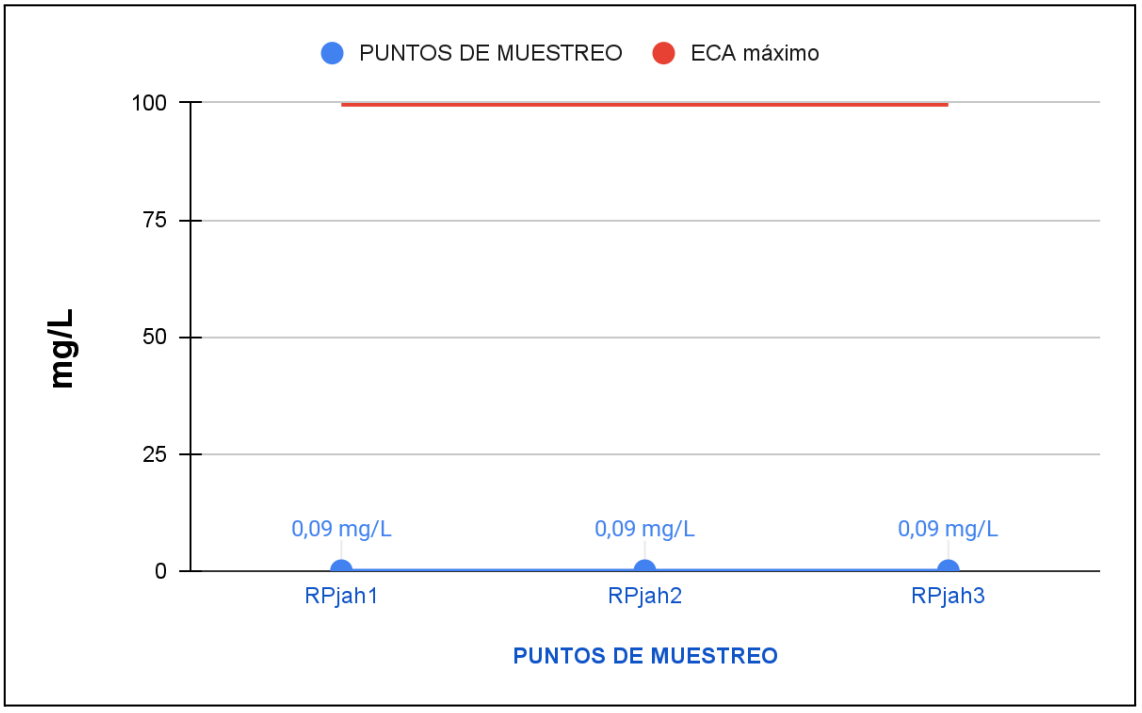


Figura 12: Determinación de Nitratos en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 14 y figura 12, se aprecia que el resultado para el primer punto RPjah1 es de 0,09 mg/L; para el segundo puno RPjah2 es de 0,09 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 es de 0,09 mg/L; los cuales están muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), lo que implica que, son aptas para el riego de vegetales. Al respecto, éstos resultados son ligeramente superiores a los obtenidos por Mariño (2023),

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

quien investigó la influencia de los vertimientos de aguas residuales producidos por los habitantes, obteniendo valores de nitrato de: < 0,020 mg/L. Dichos resultados, son inferiores a los obtenidos por Villavicencio (2021) en su investigación desarrollado en las zonas de Trancapata Alta y Bacas del río Ccohohuayco - Curahuasi - Abancay - Apurímac, donde encontró valores de: 4 a 5,8 mg/L para nitratos.

4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS

4.2.1. CADMIO

Tabla 15: Metales pesados (Cadmio) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	< 0,0002	0,01	mg/L
RPjah2	< 0,0002	0,01	mg/L
RPjah3	< 0,0002	0,01	mg/L

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

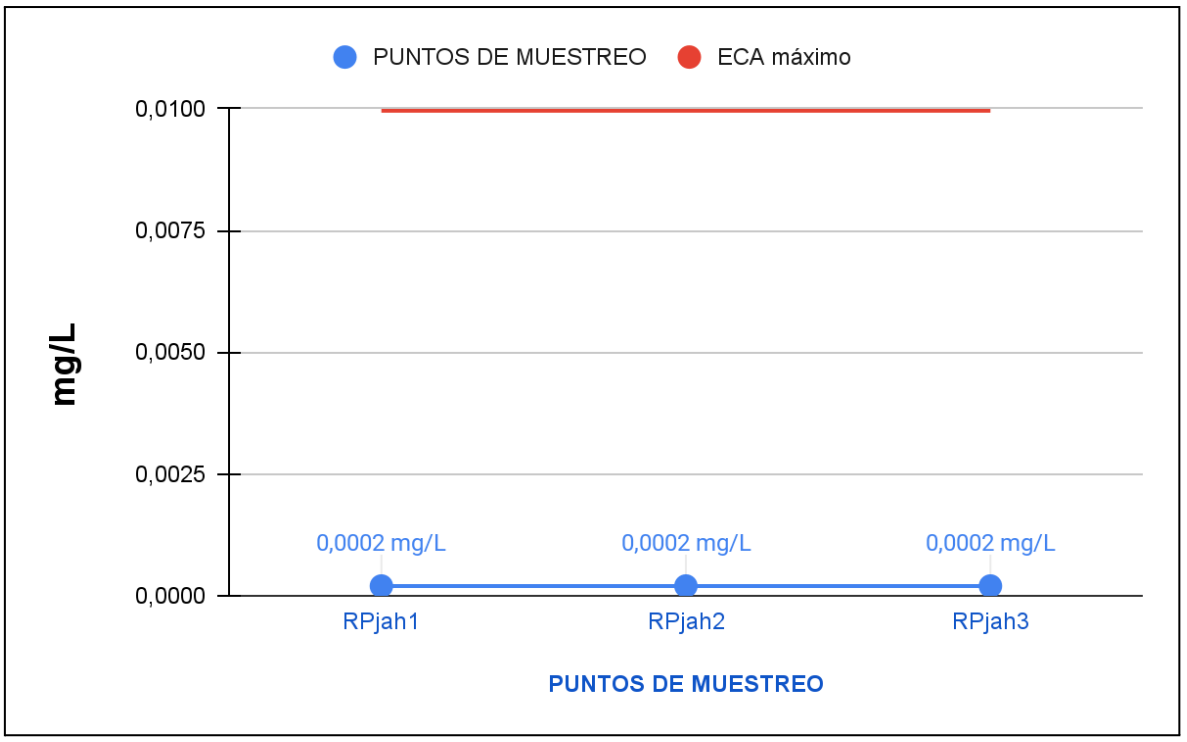


Figura 13: Determinación de Cadmio en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 15 y figura 13, se observa que el resultado para el primer punto RPjah1 es de < 0,0002 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 0,0002 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 es de < 0,0002 mg/L; hallándose muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), lo cual indica que las aguas del río Phusalaya Jahuira, no representan ningún riesgo en cuanto a la presencia de metales pesados, siendo idóneo para las actividades de riego de vegetales. Dichos resultados son similares a los estudios realizados por Ortega & Barrios (2023) respecto a la calidad del agua del río Torococha - Juliaca, donde determinó valores de Cadmio de 0,0003 mg/L en la 1ra etapa y, 0,0005 mg/L en la 2da etapa. Asimismo, son similares con los obtenidos por Vasquez (2022) en su estudio de la microcuenca Urbana del río Ichu - Huancavelica, donde determinó concentraciones de metales pesados, siendo para Cadmio, el valor de 0,0004 mg/L.

4.2.2. ARSÉNICO

El Arsénico: Este elemento químico, es un metaloide, lo cual quiere decir que presenta las características de los metales y no metales. El arsénico se encuentra en tres estados:

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

gris o metálico amarillo, negro y alotrópico. Este elemento químico está repartido mayormente en los minerales sulfurosos y en la naturaleza. La forma más abundante, es la arsenopirita (FeAsS). (Corrales, 2021)

El Arsénico es considerado un metaloide muy tóxico propalado en la corteza terrestre. Se pueden encontrar en los mantos acuíferos, luego de un proceso de erosión, desintegración y disolución de las rocas. En los mantos acuíferos existen como sales inorgánicas de arsenito (As III) y arsenato (As V), siendo el primero el más tóxico; ésta se puede ingerir cuando está en el agua de beber, ya que no presentar aroma y sapidez, produciendo el hidroarsenicismo crónico. (Padilla, 2021)

Tabla 16: Metaloide (Arsénico) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	**Resultados de laboratorio**	**Valor ECA para riego de vegetales**	**Unidad de medida**
RPjah1	< 0,00100	0,01	mg/L
RPjah2	< 0,00100	0,01	mg/L
RPjah3	< 0,00100	0,01	mg/L

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

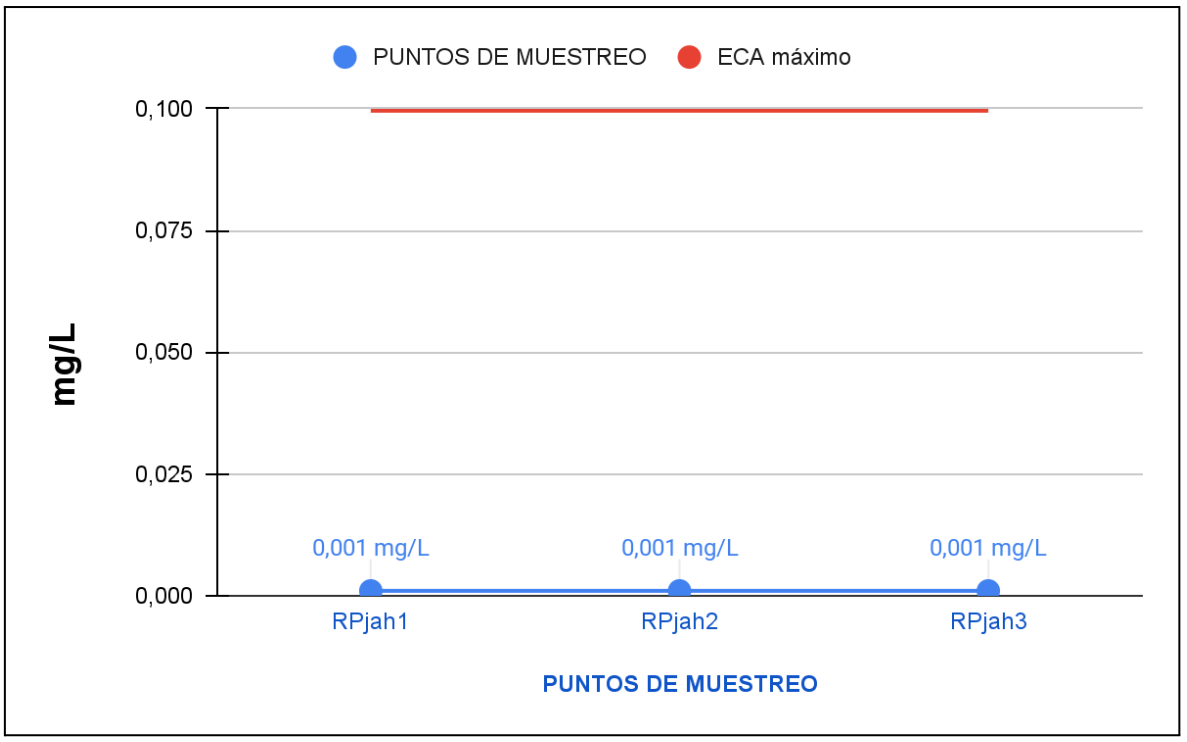


Figura 14: Determinación de Arsénico en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 16 y figura 14, se aprecia que el resultado para el primer punto RPjah1 es de < 0,001 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 0,001 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 es de < 0,001 mg/L; los mismos que están muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), siendo apta para riego de vegetales y no representa ningún tipo de riesgo para esta actividad. Al respecto, dichos resultados son inferiores a los obtenidos por Nieto & Vilma (2019) sobre las cuatro cuencas de la región Arequipa, donde definió la contaminación por metales pesados, obteniendo resultados para Arsénico de 0,2034 mg/L; esto en el río Tambo.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

4.2.3. MERCURIO

Tabla 17: Metales pesados (Mercurio) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	< 0,000100	0,001	mg/L
RPjah2	< 0,000100	0,001	mg/L
RPjah3	< 0,000100	0,001	mg/L

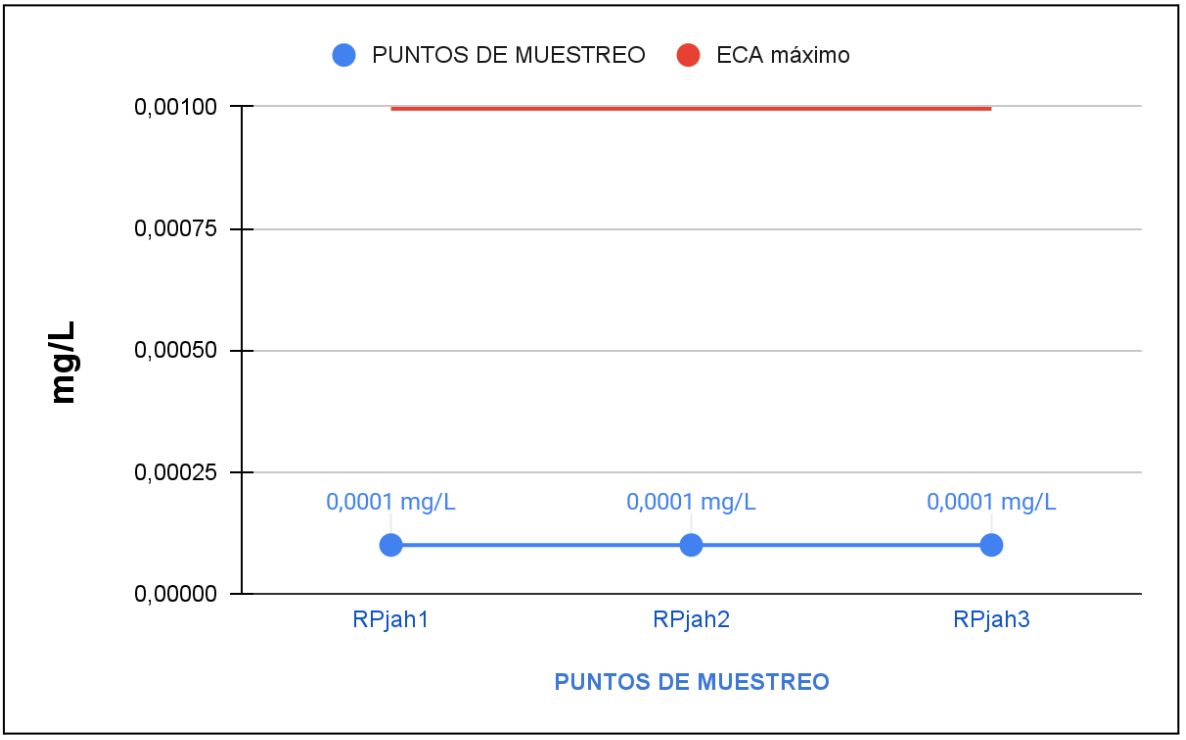


Figura 15: Determinación de Mercurio en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 17 y figura 15, se observa que el resultado para el primer punto RPjah1 es de < 0,0001 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 0,0001 mg/L; y para el tercer punto RPjah3 es de < 0,0001 mg/L; hallándose muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), no significando ningún riesgo para la actividad de riego de vegetales. Dichos resultados, son similares a los obtenidos por Vasquez (2022) en su estudio realizado en la microcuenca Urbana del río Ichu - Huancavelica, sobre la

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

concentración de metales pesados como el mercurio, obteniendo el valor de < 0,001 mg/L para este metal.

4.2.4. PLOMO

Tabla 18: Metales pesados (Plomo) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	< 0,0010	0,05	mg/L
RPjah2	< 0,0010	0,05	mg/L
RPjah3	< 0,0010	0,05	mg/L

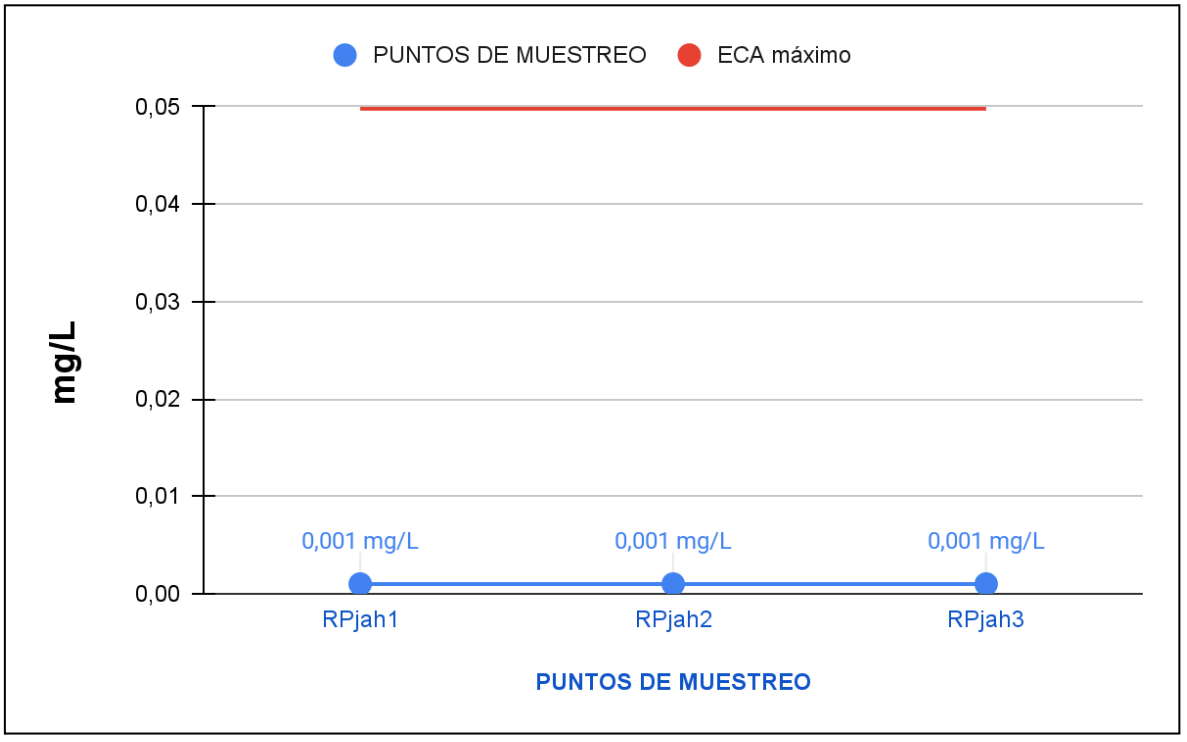


Figura 16: Determinación del Plomo en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 18 y figura 16, se aprecia que el resultado obtenido para el primer punto RPjah1 es de < 0,001 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 0,001 mg/L; y, para el tercer punto RPjah3 es de < 0,001 mg/L; encontrándose muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), resultando que las aguas del río Phusalaya

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Jahuira, son aptas para las actividades agrícolas. Estos resultados, son similares a los obtenidos por Vasquez (2022) en su estudio realizado en la microcuenca Urbana del río Ichu - Huancavelica, respecto a la concentración de metales pesados, en la cual determinó valores de 0,0004 mg/L a 0,0048 mg/L para Plomo. Asimismo, resulta similar a los obtenidos por Ortega & Barrios (2023) en cuanto a la calidad del agua del río Torococha - Juliaca, en la cual determinó valores de 0,0007 mg/L para plomo.

4.2.5. COBRE

Tabla 19: Metales pesados (Cobre) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	Resultados de laboratorio	Valor ECA para riego de vegetales	Unidad de medida
RPjah1	0,0013	0,2	mg/L
RPjah2	< 0,0002	0,2	mg/L
RPjah3	0,0007	0,2	mg/L

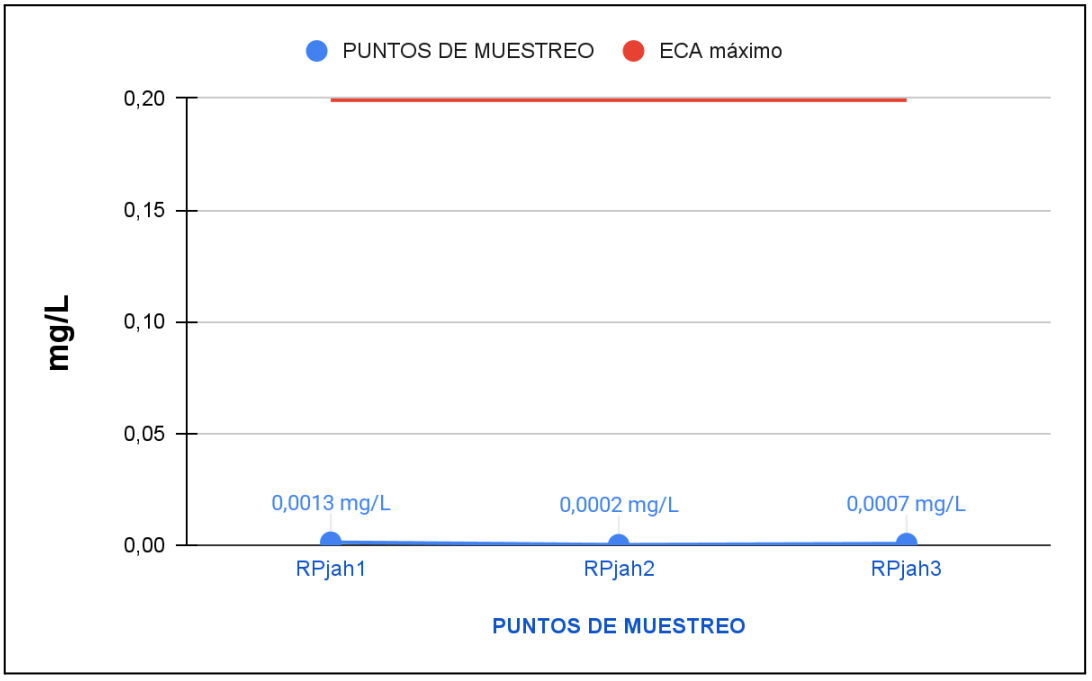


Figura 17: Determinación de Cobre en aguas del río Phusalaya Jahuira.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

En la tabla 19 y figura 17, se observa que el resultado para el primer punto RPjah1 es de 0,0013 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 0,0002 mg/L; y para el tercer punto es de 0,0007 mg/L; los mismos que se encuentran muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), lo que quiere decir que, no existe contaminación del agua por metales pesados. Dichos resultados, son similares con los obtenidos por Ortega & Barrios (2023) respecto a la calidad del agua del río Torococha - Juliaca, en la cual concluyó valores para Cobre de: 0,0003 mg/L en la 1ra etapa; y, 0,0007 mg/L en la 2da etapa.

4.2.6. CROMO

Tabla 20: Metales pesados (Cromo) en las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Puntos de muestreo	**Resultados de laboratorio**	**Valor ECA para riego de vegetales**	**Unidad de medida**
RPjah1	< 0,0003	0,1	mg/L
RPjah2	< 0,0003	0,1	mg/L
RPjah3	< 0,0003	0,1	mg/L

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

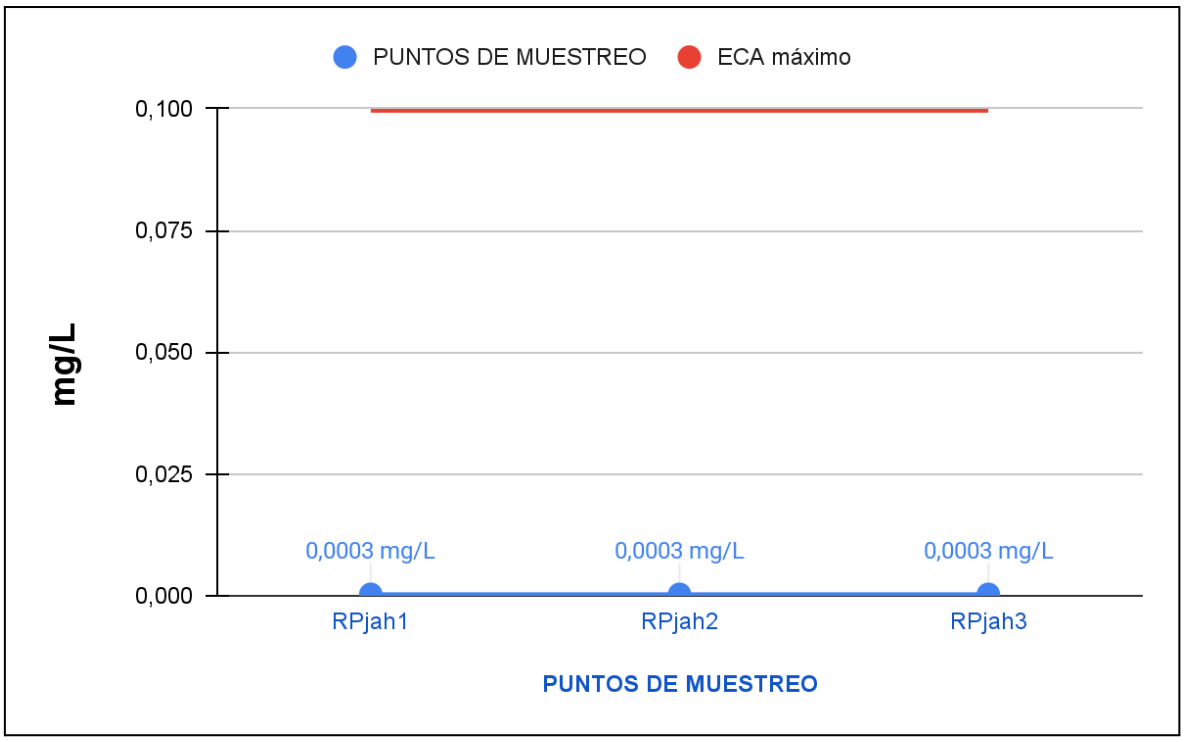


Figura 18: Determinación de Cromo en aguas del río Phusalaya Jahuira.

En la tabla 20 y figura 18, se contempla que el resultado para el primer punto RPjah1 es de < 0,0003 mg/L; para el segundo punto RPjah2 es de < 0,0003 mg/L; y para el tercer punto RPjah3 es de < 0,0003 mg/L; encontrándose muy por debajo de los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), no representando ningún tipo de riesgo para el riego de vegetales. Estos resultados son ligeramente inferiores a los obtenidos por Vasquez (2022) respecto a su estudio aplicado en la microcuenca Urbana del río Ichu - Huancavelica, donde determinó la concentración de metales pesados, siendo para Cromo, el valor < 0,02 mg/L.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Dada la hipótesis: La calidad de agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Se plantea la Hipótesis Nula:

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

H_0 = La calidad de agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

La Hipótesis Alterna:

H_1 = La calidad de agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Entonces, conforme a los resultados obtenidos del laboratorio, respecto a la concentración de parámetros fisicoquímicos como a la concentración de metales pesados, y comparados con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1, debemos rechazar la H_1 y aceptar la H_0; ya que los resultados se encuentran muy por debajo de los límites establecidos en el ECA para agua.

4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

Dada la hipótesis: La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Se plantea la Hipótesis Nula:

La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

La Hipótesis Alterna:

La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Entonces, conforme a los resultados obtenidos del laboratorio, respecto a la concentración de parámetros fisicoquímicos como: turbidez, temperatura, aceites y grasas, conductividad eléctrica, pH, detergentes, oxígeno disuelto, DBO_5, DQO, NO^{-2},

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

NO^{-3} y, comparados con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1, debemos rechazar la H_1 y aceptar la H_0; ya que los resultados se encuentran muy por debajo de los límites establecidos en el ECA para agua.

4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Dada la hipótesis: La concentración de metales pesados (Cd, Ar, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con la normatividad de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Se plantea la Hipótesis Nula:

La concentración de metales pesados (Cd, Ar, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, cumplen con la normatividad de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

La Hipótesis Alterna:

La concentración de metales pesados (Cd, Ar, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con la normatividad de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1.

Entonces, conforme a los resultados obtenidos del laboratorio, respecto a la concentración de metales pesados como: Cadmio, Arsénico, Mercurio, Plomo, Cobre, Cromo y, comparados con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1, debemos rechazar la H_1 y aceptar la H_0; ya que los resultados se encuentran muy por debajo de los límites establecidos en el ECA para agua.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu - 2024, de acuerdo a los resultados obtenidos, indican que cumple con la normativa del ECA para agua en la categoría 3 subcategoría D1, encontrándose por debajo de los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental; por tanto, el uso de las aguas del río Phusalaya Jahuira, no representa un riesgo para el riego de vegetales, y por ende, tampoco para la salud humana. De esta manera, se acepta la H_0 y se rechaza la H_1.

SEGUNDA: Los resultados obtenidos sobre la concentración de los parámetros fisicoquímicos en las aguas del río Phusalaya Jahuira - Ichu, evidencian que cumple con la normativa del ECA para agua en la categoría 3 y subcategoría D1, siendo las concentraciones de: Turbidez (0,37 a 4,95 NTU); temperatura (12,8 a 14,8 °C); aceites y grasas (< 0,5 mg/L); conductividad eléctrica (313,00 a 321,00 µS/cm); pH (7,01 a 7,35 unidad de pH); detergentes (<0,020 mg/L); oxígeno disuelto (5,95 a 7,17 mg DO/L); DBO_5 (< 2,0 a 3,6 mg/L); DQO (< 5,0 a 10,2 mg/L); nitritos (< 0,05 mg/L) y nitratos (0,09 mg/L), los mismos que se encuentran por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el D.S. N° 004-2017-MINAM, siendo aptas para el riego de vegetales. Por consiguiente, se acepta la H_0 y se rechaza la H_1.

TERCERA: En cuanto a la concentración de metales pesados en las aguas del río Phusalaya Jahuira - Ichu, los resultados obtenidos demostraron que cumple con la normativa del ECA para agua en la categoría 3 y subcategoría D1, siendo las concentraciones de: Cadmio (< 0,0002 mg/L), Arsénico (< 0,00100 mg/L), Mercurio (< 0,000100 mg/L), Plomo (< 0,0010 mg/L), Cobre (< 0,0002 a 0,0013 mg/L), Cromo (<

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

0,0003 mg/L); los mismos que se encuentran muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el D.S. N° 004-2017-MINAM, no representando riesgo alguno para el riego de vegetales. En tal sentido, se acepta la H_0 y se rechaza la H_1.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. Se recomienda a las autoridades locales de la Municipalidad del Centro Poblado de Ichu que, en vista que ninguno de los parámetros fisicoquímicos superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), adopten medidas ambientales para prevenir la contaminación y garantizar así la preservación y sostenibilidad de la calidad de las aguas del río Phusalaya Jahuira; para ello, se sugiere estrategias como campañas de sensibilización y educación ambiental entre los pobladores, fomentando hábitos para la prevención y preservación de los recursos hídricos.

SEGUNDA. Se sugiere a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de la Administración Local del Agua Puno, realizar un monitoreo permanente de las aguas del río Phusalaya Jahuira; ello con el objetivo de obtener una línea de base sobre la calidad de agua del río Phusalaya Jahuira.

TERCERA. Se recomienda a los futuros investigadores, realizar estudios sobre los parámetros microbiológicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira; o, desarrollar un inventario y planeamiento de los recursos hídricos del Centro Poblado de Ichu, con la finalidad de obtener una amplia data sobre la calidad de las aguas del río de Ichu, y así tener la oportunidad de alcanzar el desarrollo económico, social y medio ambiental por medio de la gestión de los recursos hídricos en el Centro Poblado de Ichu.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

BIBLIOGRAFÍA

Balcázar, M., & Ricardo, K. (2021). *Diagnóstico de la calidad del agua del canal internacional Zarumilla frente actividades antrópicas mediante parámetros fisicoquímicos y biológicos*.

Benítez, E. M. L., Verdecia, G. M., & Castell, M. A. P. (2021). Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. *Revista 16 de abril*, *60*(279), Article 279.

Briones Ponce, G. E., Burgos Briones, G. A., Rosero Delgado, E. A., & Moreira Mendoza, C. A. (2020). Aplicaciones de sales inorgánicas en el tratamiento de aguas residuales industriales procedente de la refinación de aceites y grasas. *Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, *7*(2), 55-75. https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v7n2a4

Bustamante-Paulino, N., & Paragua-Morales, M. (2022). Impactos de la contaminación de microcuencas en Huánuco sobre la calidad de vida de los pobladores. *Investigación Valdizana*, *16*(1), Article 1. https://doi.org/10.33554/riv.16.1.983

Calcina-Benique, M. E., Calcina-Rondán, L. E., Huaraya-Chambi, F. R., Salas-Camargo, A. R., Tejada-Meza, K., Calcina-Benique, M. E., Calcina-Rondán, L. E., Huaraya-Chambi, F. R., Salas-Camargo, A. R., & Tejada-Meza, K. (2022). Arsénico en aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame y su impacto en suelos agrícolas en Desaguadero, Puno—Perú. *DYNA*, *89*(221), 178-184. https://doi.org/10.15446/dyna.v89n221.98319

Campins, M., Rampi, M. G., Cuestas, N. R., & Maggiore, M. A. (2020). Determinación de Parámetros Fisicoquímicos y Aplicación del Índice de Calidad NSF en Los Arroyos La Totora y La Carolina del Partido de Gral. Alvarado, Prov. De Buenos Aires, Argentina. *Revista Tecnología y Ciencia*, *38*, 127-141. https://doi.org/10.33414/rtyc.38.127-141.2020

Chuquimia Ninahuanca, R. R., Valdez Castro, S., Choque Aspiazu, R., Quintanilla Aguirre, J., Especialidades Químicas I+D+I, División Medioambiente, Av. Chacaltaya 648, La Paz, Bolivia., Instituto de Investigaciones Químicas IIQ,

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Universidad Mayor de San Andrés UMSA, Av. Villazón N° 1995, La Paz, Bolivia., Instituto de Investigaciones Químicas IIQ, Universidad Mayor de San Andrés UMSA, Av. Villazón N° 1995, La Paz, Bolivia., Instituto de Investigaciones Químicas IIQ, Universidad Mayor de San Andrés UMSA, Av. Villazón N° 1995, La Paz, Bolivia., & Instituto de Investigaciones Químicas IIQ, Universidad Mayor de San Andrés UMSA, Av. Villazón N° 1995, La Paz, Bolivia. (2023). Calidad de agua en el río Ichalaya, y su relación con los drenajes bocaminas de mina Matilde, Municipio Carabuco. *Revista Boliviana de Química*, *40*(4). https://doi.org/10.34098/2078-3949.40.4.3

Corrales. (2021). *Monitoreo de metales pesados y metaloides en cryphiops caementarius, (camarón) y en aguas de los ríos Ocoña, Majes y Tambo*.

Diaz-Zorita, M. (2022). *Notas Agrícolas Pampeanas. 2022. N°6*.

Escandón, L. V. G., Sarmiento, M. P. S., & Vera, M. S. Á. (2020). El agua: Gravámenes sobre su contaminación. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. https://doi.org/10.46377/dilemas.v35i1.2259

Escóbar Llanos, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura.

Fábrega, J. J. H., Núñez2, K., & González2, A. (2022). Contaminación por coliformes y evaluación fisicoquímica del agua en las cercanías de la desembocadura del río Mariato, Veraguas, Panamá. *Revista Colegiada de Ciencia*, *3*(2), 90-101.

FAO. (2023). *El estado de la alimentación y la agricultura: Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*. 26. https://www.fao.org/3/nm092es/nm092es.pdf

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México, Prince Flores, J. E., Espinosa Bouchot, M., & Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México. (2021). Una mirada a la calidad del agua. *Perspectivas IMTA*, *2*(03). https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2021-03

Leal-Bastidas, C., Vargas-Chacoff, L., Sandoval, N., & Fierro, P. (2021). Variabilidad temporal y espacial de los macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

el río Palena, Patagonia Chilena. *Gayana*, *85*(2), Article 2. https://doi.org/10.4067/S0717-65382021000200132

Marín Velásquez, T. D., & Arriojas Tocuyo, D. D. J. (2020). Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (Cocos nucífera) a nivel de laboratorio. *Revista ION*. https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020008

Mariño Leiva, M. (2023). *Los vertimientos de aguas residuales generados por la población, y la calidad del agua del río Higueras, Huánuco 2022. Línea de investigación: Ciencias de la tierra y ciencias ambientales*.

Marquez, E. Y. C. (2024). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad de agua del río San Juan de Pillo, Tayacaja*.

Mendoza, J. R. P., & Romero, J. S. R. (2020). *Monitoreo de los parámetros de temperatura y pH para evaluar su efecto en la producción de camarón blanco (Litopenaeus vannamei Boone, 1931) en San Luis La Herradura, La Paz*.

Mettler-Toledo. (2019). *Una guía para medición de pH. Teoría y Práctica de Aplicaciones de pH en Laboratorio*. https://www.sesst.org/wp-content/uploads/2019/06/30237094a_v04.16_ph_measurement_guide_es_lr.pdf

Ministerio del Ambiente. (2019). *Estándar de Calidad Ambiental—Informes y publicaciones - Ministerio del Ambiente - Plataforma del Estado Peruano*.

Mórtola, L. S. R. (2022). *Análisis comparativo de sensor óptico de Oxígeno disuelto respecto al método de Winkler para establecer la confiabilidad del instrumento*.

Nieto, G. F. de, & Vilma, B. (2019). *Contaminación del agua por metales pesados As, B, Cu, Pb, Cd y CN- en las cuencas de los Ríos Tambo, Quilca, Camaná y Ocoña de la región Arequipa*. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10764

Ojeda, J. W. C. (2022). Metales pesados y aptitud agropecuaria del agua en una irrigación. *Revista de Investigaciones*, *11*(1), Article 1. https://doi.org/10.26788/riepg.v11i1.2831

Ortega Olvea Edinson & Barrios Chino Leonel. (2023). *Evaluación de la calidad del río*

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Torococha aplicando la metodología ICARHS en el distrito de Juliaca Provincia de San Román y Departamento de Puno—2023. https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/2176/Leonel-Pedro_trab-inv_grad-acad_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ortega Ramírez, A. T., & Sánchez Rodríguez, N. (2021). Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, *31*(2), 121-134. https://doi.org/10.18359/rcin.5343

Ortiz Vega, M. I., Can Chulim, Á., Romero Bañuelos, C. A., Cruz Crespo, E., & Madueño Molina, A. (2019). Calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa, México. *Revista Terra Latinoamericana*, *37*(2), 185. https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.406

Pabón Guerrero, S. E., Benítez Benítez, R., Sarria Villa, R. A., & Gallo Corredor, J. A. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre ciencia e ingeniería*, *14*(27), 9-18. https://doi.org/10.31908/19098367.1734

Padilla, C. R. (2021). *Intoxicación por arsénico*. *38*.

Paredes García, J. M., & Roldán Panaifo, D. M. (2022). *Detergentes y eutrofización en lagos y ríos: Una Revisión Sistemática, 2022. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Ambiental*. 90.

Pauta, G., Velazco, M., Gutierrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, O., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, *10*(2), 76-88.

Ponce Villegas Alberto. (2023). *Glosario de Términos para Fondos de Agua.pdf*. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/Glosario%20de%20T%C3%A9rminos%20para%20Fondos%20de%20Agua.pdf

Quijije, G., Sanguña, G., & Parra, C. (2019). *Relación entre la calidad del agua de los ríos y el uso del suelo en el cantón Santa Rosa – provincia del oro*.

Quispe, Y. P. (2021). *Artículo de opinión: La contaminación del medio ambiente*.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Rodríguez Aguilar, B. A., Martínez Rivera, L. M., Peregrina Lucano, A. A., Ortiz Arrona, C. I., & Cárdenas Hernández, O. G. (2019). Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México. *Revista Terra Latinoamericana*, *37*(2), 151. https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.462

Rojas, B. C., Esthefany, A., Condor, B. H., & Nikol, I. (2021). *Gestión de la Calidad Ambiental*.

Salas-Ávila, D., Chaiña-Chura, F. F., Belizario-Quispe, G., Quispe-Mamani, E., Huanqui-Pérez, R., Velarde-Coaquira, E., Bernedo-Colca, F., Salas-Mercado, D., & Hermoza-Gutiérrez, M. (2021). Evaluación de metales pesados y comportamiento social asociados con la calidad del agua en el río Suches, Puno, Perú. *Tecnología y ciencias del agua*, *12*(6), Article 6. https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-06-04

Salas-Mercado, D., Hermoza-Gutiérrez, M., & Salas-Ávila, D. (2020). Distribución De Metales Pesados Y Metaloides En Aguas Superficiales Y Sedimentos Del Río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Química*, *37*(4), 185-193.

Vasquez. (2022). *Contaminación por metales pesados en la microcuenca urbana del rio Ichu en la ciudad de Huancavelica, 2022* [Universidad Nacional de Huancavelica]. https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d4b19716-446d-47d5-974c-74925a7e57fa/content

Vera-Zelada, P., Vera-Zelada, L. A., Saucedo-Osorio, E. H., & Mamani-Arias, L. B. (2023). Efectividad de un filtro en la eliminación de detergentes de aguas residuales urbanas de Cajamarca, Perú. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, *2*(2), Article 2. https://doi.org/10.51252/reacae.v2i2.511

Villavicencio Garay, C. V. (2021). Evaluación de la contaminación del rio Ccohohuayco mediante la valoración del Índice de Calidad del Agua para el riego de vegetales en los sectores de Trancapata Alta y Bacas, Curahuasi, Abancay – Apurímac, 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76699

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ANEXOS

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 01: Matriz de consistencia.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PHUSALAYA JAHUIRA - CENTRO POBLADO DE ICHU - 2024

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la calidad del agua del río Phusalaya Jahuira de acuerdo a los ECA Decreto Supremo 004-2017-MINAM categoría 3 D1, en el Centro Poblado de Ichu - 2024? PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, cumplirá con los ECAS Decreto Supremo 004-2017-MINAM categoría 3 -D1? ¿Cuál es la concentración de metales pesados (Cd, Ar, Hg, Pb, Co y Cr) en las agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, de acuerdo a los ECAS Decreto Supremo 004-2017-MINAM categoría 3 -D1?	OBJETIVO GENERAL Evaluar la calidad de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, 2024, de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 - D1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 3 - D1. Determinar la concentración de metales pesados (Cd, Ar, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 3 - D1.	HIPÓTESIS GENERAL La calidad de agua del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 D1. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 D1 . La concentración de metales pesados (Cd, As, Hg, Pb, Co y Cr) en las aguas del río Phusalaya Jahuira del Centro Poblado de Ichu, no cumplen con la normatividad de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM categoría 3 -D1 .	VARIABLE Independiente concentración de parámetros físico químicos VARIABLE Dependiente Calidad del agua	Conductividad eléctrica Nitritos Nitratos Oxígeno disuelto pH DBO5 DQO5 Aceites y grasas D.S. 004-2017 MINAM (ECA del agua)	Laboratorio Estadística descriptiva D.S. 004-2017 MINAM (ECA del agua) Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales del ANA	POBLACIÓN: Agua del río Phusalaya Jahuira - C.P. Ichu - Distrito de Puno. MUESTRAS: Muestra N° 1: 399625,29 - 8243672,20 Muestra N° 2: 400004,49 - 8244199,59 Muestra N° 3: 400599,24 - 8244729,19 TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental MÉTODO: Cuantitativo

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

repositorio.upsc.edu.pe

Anexo 02: Normativa de ECA para Agua Categoría 3 - D1

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	5	
Bicarbonatos	mg/L	518	
Cianuro Wad	mg/L	0,1	
Cloruros	mg/L	500	
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)	
Conductividad	(µS/cm)	2 500	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	15	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	
Fenoles	mg/L	0,002	
Fluoruros	mg/L	1	
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	100	
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	10	
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	
Sulfatos	mg/L	1 000	
Temperatura	°C	Δ 3	

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

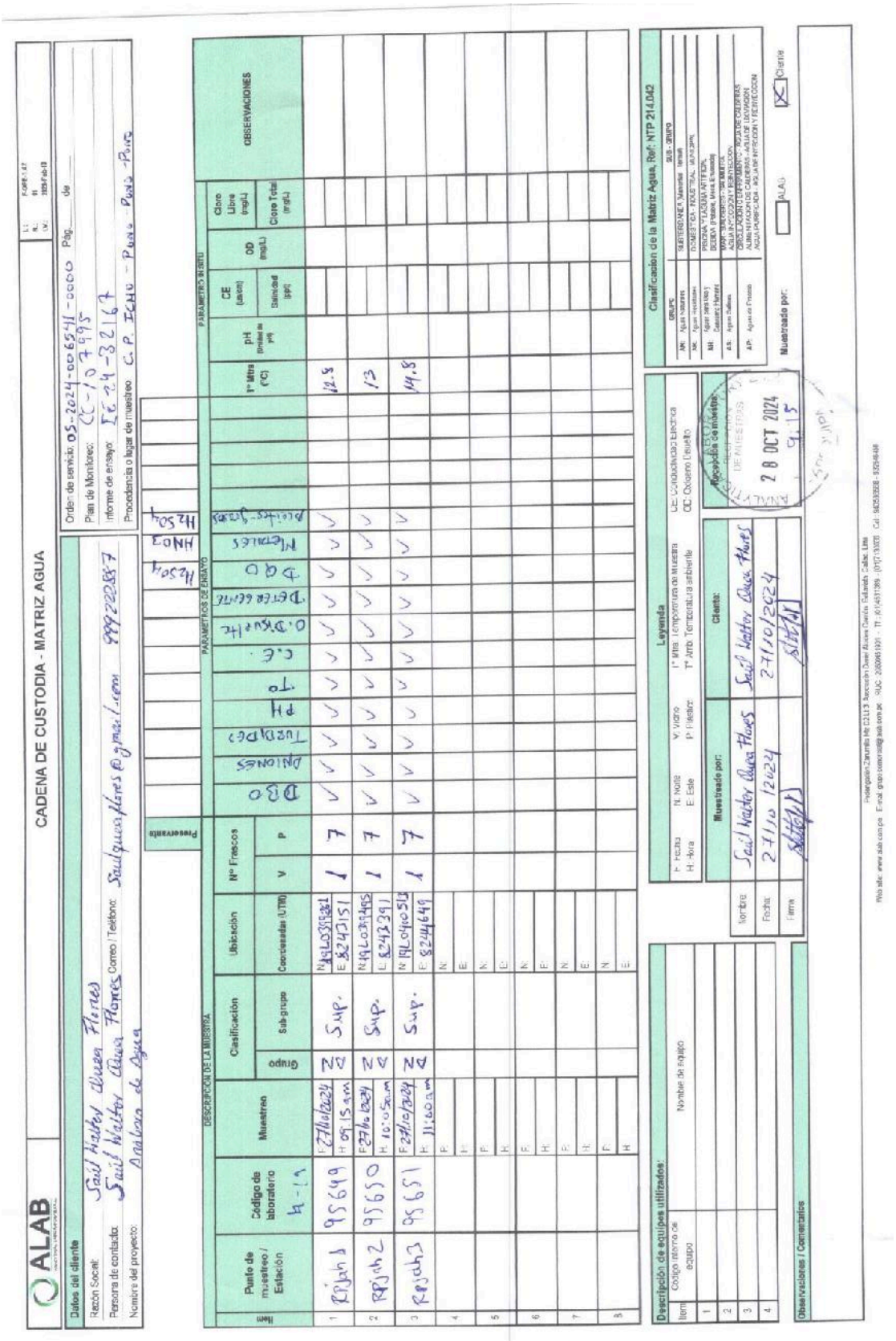
Anexo 03: Normativa de ECA para Agua Categoría 3 - D1 - Metales Pesados.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
Arsénico	mg/L	0,1	
Bario	mg/L	0,7	
Berilio	mg/L	0,1	
Boro	mg/L	1	
Cadmio	mg/L	0,01	
Cobre	mg/L	0,2	
Cobalto	mg/L	0,05	
Cromo Total	mg/L	0,1	
Hierro	mg/L	5	
Litio	mg/L	2,5	
Magnesio	mg/L	**	
Manganeso	mg/L	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	
Níquel	mg/L	0,2	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,02	
Zinc	mg/L	2	

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 04: Cadena de custodia de las muestras recogidas.



Fuente: Formato otorgado por el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. - ALAB.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 05: Resultados de análisis de parámetros fisicoquímicos del laboratorio.

ALAB ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

IAS ACCREDITED Testing Laboratory TL - 833

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 096

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-32167

N° Id.: 0000131830

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1. RAZON SOCIAL	. Saúl Walter Quea Flores
2. DIRECCIÓN	
3.- PROYECTO	: ANALISIS DE AGUA
4.- PROCEDENCIA	: C.P. ICHU - PUNO - PUNO - PUNO
5. SOLICITANTE	. SAÚL WALTER QUEA FLORES
6. PRODUCTO	Agua Natural

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000006511-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-11-11

III.- DATOS DEL ÍTEMS DE ENSAYO

1.- MUESTREADO POR	. MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2. NÚMERO DE MUESTRAS	3
3. FECHA DE RECEPCIÓN	2024-10-28
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: En buen estado de conservación y preservación
5.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-10-28 al 2024-11-11

Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391

Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 7

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1077, Bellavista, Callao.
Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0636
Cel.: 977 516 675 / 937 111 379 / 983 566 774

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUN Mz. E Lt. 9, Arequipa.
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa. Mz. D3 Lt. 02, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 962 768 828

www.alab.com.pe

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
repositorio.upsc.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-32167

Nº Id.: 0000131830

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANALISIS
Demanda Bioquímica de Oxigeno	SMEWW APHA AWWA WEF Part 5210 B, 24th Ed. / Part 4500-O H, 24th Ed. 2023	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test / Oxygen (dissolved) Optical-Probe Method	INACAL LE - 096 CHALACA
Demanda Química de Oxigeno	SMEWW APHA AWWA WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method	INACAL LE - 096 CHALACA
Detergentes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.	INACAL LE - 096 CHALACA
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023	pH Value Electrometric Method	SIN ACREDITACION
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24th Ed. 2023.	Conductivity. Laboratory Method.	INACAL LE - 096 CHALACA
Oxigeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24th Ed. 2023.	Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method.	SIN ACREDITACION
Temperatura	SMEWW APHA AWWA WEF Part 2550 B, 24th Ed. 2023	Temperature. Laboratory and Field Methods	SIN ACREDITACION
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed. 2023.	Turbidity. Nephelometric Method	INACAL LE - 096 CHALACA
Metales Totales ICP-MS	Method 200.8, Revision 5.4 1994 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Tc, Ti, W, Yb, Zr), 2021	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	INACAL LE - 096 CHALACA
Aceites y Grasas IR	ASTM D8193-18 (Validado - Modificado), 2023.	Standard Test Method for Total Oil and Grease (TOG) and Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) in Water and Wastewater with Solvent Extraction Using Non-Dispersive Mid-IR Transmission Spectroscopy.	IAS TL-833 CHALACA

"ASTM": American Society for Testing Materials
"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
"APHA" : American Public Health Association

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1077, Bellavista, Callao.
Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0836
Cel.: 977 516 675 / 937 111 379 / 983 566 774

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUN Mz. E Lt. 9, Arequipa.
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa Mz. D3 Lt. 02, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 962 768 828

www.alab.com.pe

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
repositorio.upsc.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-32167

N° Id.: 0000131830

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANALISIS
Aniones INACAL DA	EPA Method 300.0 Rev 2.1, 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography	INACAL LE - 096 CHALACA

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis
"APHA" : American Public Health Association

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1077, Bellavista, Callao.
Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0836
Cel.: 977 516 675 / 937 111 379 / 983 566 774

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa.
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa. Mz. D3 Lt. 02, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 962 768 828

www.alab.com.pe

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ALAB ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

IAS ACCREDITED Testing Laboratory TL - 833

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE - 096

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-32167

Nº Id : 0000131830

V.- RESULTADOS

ITEM		1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO		M 24 95849	M 24 95850	M 24 95851
CÓDIGO CLIENTE (**)		RPJAH1	RPJAH2	RPJAH3
COORDENADAS UTM WGS 84 (**)		E:0243151 N:0399261	E:0243391 N:0399435	E:0244649 N:0400513
PRODUCTO (**)		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO (**)		Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO (**)		27/10/2024 09:15	27/10/2024 10:05	27/10/2024 11:00
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	313,00	313,00	321,00
Demanda Bioquímica de Oxigeno (*)	mg/L	0,4	2,0	3,6	<2,0	<2,0
Oxigeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	5,95	7,17	6,75
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,01	7,35	7,25
Temperatura (**)	(°C)	NA	0,1	21,0	19,9	20,4
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	4,95	0,37	2,91
Demanda Química de Oxigeno (*)	mg/l	2,0	5,0	10,2	<5,0	<5,0
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Aceites y Grasas IR²	mg/L	0,2	0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Aniones INACAL-DA						
Nitratos (*)	mg/l	0,02	0,05	0,09	0,09	0,09
Nitrito (*)	mg/L	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Metales Totales ICP-MS						
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	0,186	0,008	0,018
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/l	0,00020	0,00100	<0,00100	<0,00100	<0,00100
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,08533	0,10311	0,16252
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Boro (*)	mg/l	0,0003	0,0010	0,0515	0,0316	0,0315
Cadmio (*)	mg/l	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	52,649	51,048	52,112
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

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

L.D.M.: Límite de detección del método, "<" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(**)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1077, Bellavista, Callao.
Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0836
Cel.: 977 516 675 / 937 111 379 / 983 566 774

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUN Mz. E Lt. 9, Arequipa.
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa. Mz. D3 Lt. 02, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 962 768 828

www.alab.com.pe

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ALAB ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

IAS ACCREDITED Testing Laboratory TL - 833

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE - 096

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-32167

Nº Id.: 0000131830

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-95649	M-24-95650	M-24-95651
CÓDIGO CLIENTE (*)				RPJAH1	RPJAH2	RPJAH3
COORDENADAS UTM WGS 84 (*)				E:8243151 N:0399261	E:8243391 N:0399495	E:8244649 N:0400513
PRODUCTO (*)				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO (*)				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO (*)				27-10-2024 09:15	27-10-2024 10:05	27-10-2024 11:00
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**		
Cesio (*)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0013	<0,0002	0,0007
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/l	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/l	0,00002	0,00005	0,23786	0,23490	0,24440
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	0,068	0,036	0,047
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,0010	0,0020	0,4263	0,0823	0,7255
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	0,00075	0,00031	0,00025
Lutecio (*)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	5,4972	5,2806	5,3723
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,10462	0,02321	0,11376
Mercurio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	<0,000100	<0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/l	0,00030	0,00100	<0,00100	<0,00100	<0,00100
Niobio (*)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

[2] Ensayo acreditado por el IAS

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

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(&)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1077, Bellavista, Callao.
Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0836
Cel.: 977 516 675 / 937 111 379 / 983 566 774

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa.
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa. Mz. D3 Lt. 02, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 962 768 828

www.alab.com.pe

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
repositorio.upsc.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-32167

Nº Id.: 0000131830

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-95649	M-24-95650	M-24-95651
CÓDIGO CLIENTE (*)				RPJAH1	RPJAH2	RPJAH3
COORDENADAS UTM WGS 84 (*)				E:8243151 N:0399261	E:8243391 N:0399495	E:8244649 N:0400513
PRODUCTO (*)				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO (*)				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO (*)				27-10-2024 09:15	27-10-2024 10:05	27-10-2024 11:00
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**		
Potasio (*)	mg/l	0,003	0,010	1,007	1,073	1,602
Rubicio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	13,0053	11,2739	9,0497
Sodio (*)	mg/l	0,0003	0,0010	8,7644	8,7416	9,6643
Talio (*)	mg/l	0,00010	0,00040	<0,00040	<0,00040	<0,00040
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Teluro (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0068	0,0052	0,0172
Zirconio (*)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Erbio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Europio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Gadolinio (**)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Holmio (**)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Indio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Itrio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Neodimio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

‡ Ensayo acreditado por el IAS

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

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(&)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1077, Bellavista, Callao.
Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0836
Cel.: 977 516 675 / 937 111 379 / 983 566 774

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa.
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. San Isidro III Etapa Mz. D3 Lt. 02, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 962 768 828

www.alab.com.pe

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

ALAB ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

IAS ACCREDITED Testing Laboratory TL - 833

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE - 096

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-32167

N° Id.: 0000131830

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-95649	M-24-95650	M-24-95651
CÓDIGO CLIENTE (*)				RPJAH1	RPJAH2	RPJAH3
COORDENADAS - U.T.M. WGS 84 (*)				E:8243151 N:0399261	E:8243391 N:0399495	E:8244649 N:0400513
PRODUCTO (*)				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO (*)				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO (*)				27-10-2024 09:15	27-10-2024 10:05	27-10-2024 11:00
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**		
Praseodimio (**)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Renio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Samario (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Silice (**)	mg/L	0,001	0,002	29,068	21,158	20,678
Terbio (**)	mg/l	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

$ Ensayo acreditado por el IAS

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

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.7 de 7

Fuente: Laboratorio Analitycal Laboratory E.I.R.L. - ALAB.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Anexo 06: Fotografías en campo.

Figura 19: Materiales empleados durante el recojo de muestras de agua.

Figura 20: Georreferenciación de los puntos de muestreo empleando un GPS.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 21: Recojo de muestra de agua en río Phusalaya Jahuira.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 22: Recojo de muestras de agua en el río Phusalaya Jahuira.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

Figura 23: Registro in situ de la temperatura de las aguas del río Phusalaya Jahuira.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.

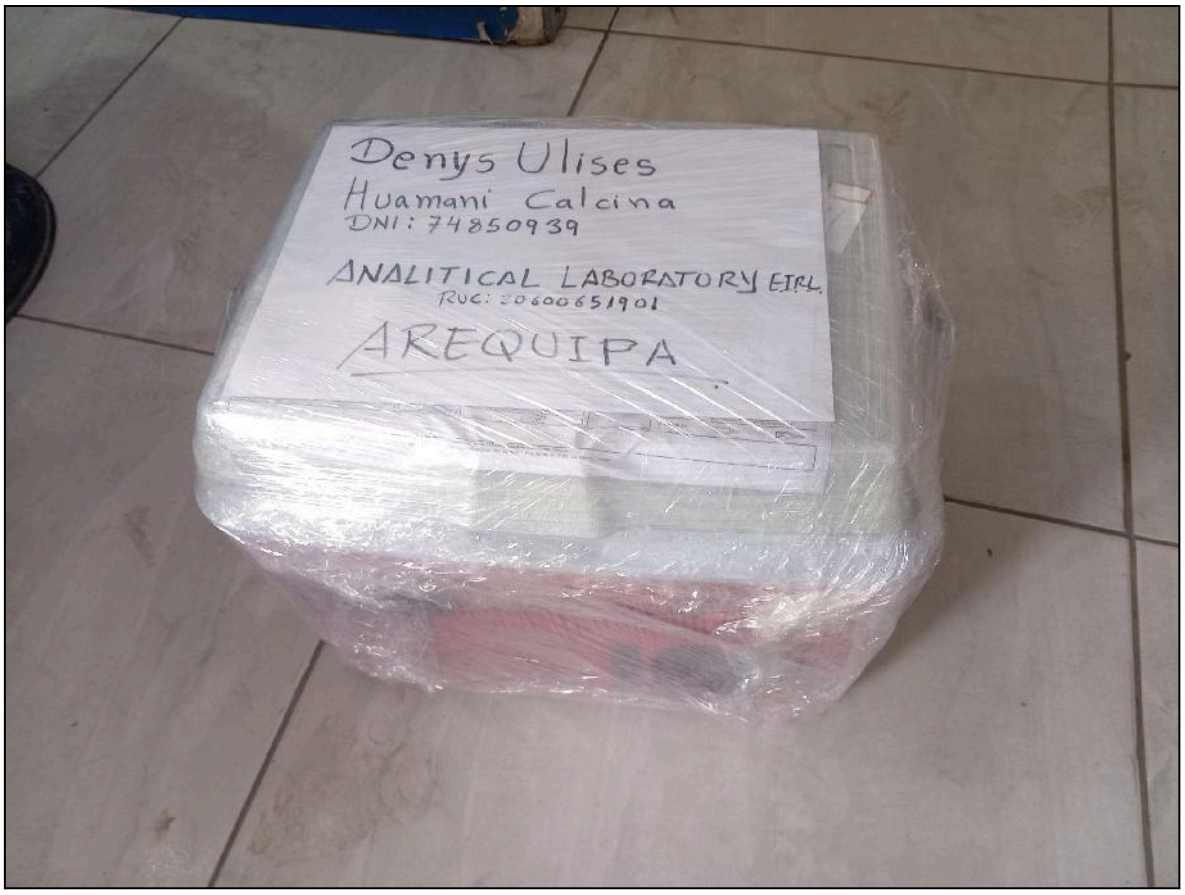


Figura 24: Envío de muestras al laboratorio ALAB, en la ciudad de Arequipa.

Antes de imprimir este documento, piense si es verdaderamente necesario hacerlo, cuidar el medio ambiente es responsabilidad de todos.