

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) DEL RÍO NEGUACHE EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA COMUNAL EL SIRA - PUERTO BERMÚDEZ - OXAPAMPA - PASCO, 2019”**

---

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

**AUTORA: Quintana Elguera, Rocio del Pilar**

**ASESOR: Ramos Dueñas, Rudy Milner**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**

# U

## TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Modelación, análisis y control de la contaminación ambiental

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** ( 2018-2019 )

## CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

# D

## DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniería ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

## DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48613370

## DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22503170

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0003-4798-5575

## DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo-microbiólogo	21257549	0000-0001-5596-0445

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 20:00 horas del día 04 del mes de mayo del año 2022, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron la sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

- Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°857-2022-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) DEL RÍO NEGUACHE EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA COMUNAL EL SIRA - PUERTO BERMÚDEZ - OXAPAMPA - PASCO, 2019”**, presentado por el (la) Bach. **Rocio del Pilar QUINTANA ELGUERA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándola **APROBADA** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47)

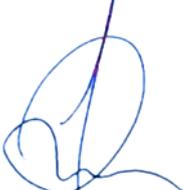
Siendo las 21:06 horas del día 04 del mes de mayo del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

## **DEDICATORIA**

*Con profundo cariño y agradecimiento a Edgar y Flor, mis amados padres, por su apoyo incondicional, por siempre estar junto a mí y por ser mis grandes amores.*

***Rocio del Pilar Quintana Elguera***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la oportunidad de existir, por todas sus bendiciones que me ha otorgado y por permitirme ser parte de la familia que tengo.

A mis hermanas Cesia y María, por su apoyo y motivación durante la elaboración de este trabajo.

A mi hermano Max, por sus sabios consejos y ayuda incondicional en todo momento.

A mis amigas Cinthia, Gina, Jessika, Sheila, Diana y Melissa por su amistad y consejos durante mi formación profesional tanto en las aulas como fuera también.

De manera particular a la Universidad de Huánuco, por la formación profesional brindada durante los años de estudio.

A todos los profesores que aportaron a mi formación profesional, quienes compartieron sus conocimientos del saber científico.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	XIII
CAPITULO I.....	15
PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. Problema general.....	16
1.2.2. Problemas específicos .....	17
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPITULO II.....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	24
2.1.3. Antecedentes locales .....	28

2.2.	BASES TEÓRICAS .....	29
2.2.1.	Descripción del área de estudio .....	29
2.2.2.	Cuenca hidrográfica .....	35
2.2.3.	Calidad de agua .....	36
2.2.4.	Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua.....	36
2.2.5.	ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA.....	40
2.2.6.	PARÁMETROS DE MONITOREO .....	43
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	51
2.4.	HIPÓTESIS.....	53
2.5.	VARIABLES.....	53
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	53
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	53
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
CAPITULO III.....		56
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		56
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	56
3.1.1.	ENFOQUE .....	56
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL .....	56
3.1.3.	DISEÑO .....	56
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	57
3.3.	Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	59
3.3.1.	Para la recolección de datos .....	59
3.3.2.	Para la presentación de datos.....	62
3.3.3.	Para el análisis e interpretación de los datos .....	62
CAPITULO IV.....		63
RESULTADOS.....		63
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS .....	63

4.1.1. Evaluación de los indicadores.....	63
4.1.2. Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) .....	86
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS..	99
CAPITULO V.....	103
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	103
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	103
CONCLUSIONES .....	107
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
ANEXOS.....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Microcuencas de la subcuenca del Río Pichis .....	33
Tabla 2. Reserva Comunal El Sira (RCES) .....	34
Tabla 3. Categoría 4 Conservación del ambiente acuático.....	39
Tabla 4. Interpretación de la Calificación ICA- PE .....	43
Tabla 5. Operacionalización de variables .....	54
Tabla 6. Ubicación de las estaciones de muestreo.....	57
Tabla 7. Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu1 - Zona Naciente del Río Neguache.....	87
Tabla 8. Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu1 - Zona Naciente del Río Neguache.....	89
Tabla 9. Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu2 - Zona media del río (Afluente de Samaya).....	90
Tabla 10. Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu2 - Zona media del río (Afluente de Samaya).....	92
Tabla 11. Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu3 - Afluente de Mapirishari .....	93
Tabla 12. Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu3 - Afluente de Mapirishari .....	95
Tabla 13. Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu4 - Salida del Río Neguache .....	96
Tabla 14. Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu4 - Salida del Río Neguache .....	98
Tabla 15. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	99
Tabla 16. Formas que adopta el valor de p dependiente del parámetro evaluado .....	100
Tabla 17. Prueba de T de Student y de Wilcoxon.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Distrito de Puerto Bermúdez .....	31
Figura 2. Partes de una cuenca hidrográfica .....	35
Figura 3. División de una cuenca hidrográfica .....	36
Figura 4. Distribución de los puntos de monitoreo .....	58
Figura 5. Variación espacial y temporal de la Temperatura.....	63
Figura 6. Variación espacial y temporal del pH.....	64
Figura 7. Variación espacial y temporal de la Conductividad.....	65
Figura 8. Variación espacial y temporal de Aceites y Grasas .....	66
Figura 9. Variación espacial y temporal de DBO <sub>5</sub> .....	67
Figura 10. Variación espacial y temporal de Fósforo Total .....	68
Figura 11. Variación espacial y temporal de Oxígeno Disuelto (OD).....	69
Figura 12. Variación espacial y temporal de Sólidos Suspendidos Totales (SST) .....	70
Figura 13. Variación espacial y temporal del Cianuro Libre.....	71
Figura 14. Variación espacial y temporal de Fenoles .....	72
Figura 15. Variación espacial y temporal de Sulfuros.....	73
Figura 16. Variación espacial y temporal de Nitratos.....	74
Figura 17. Variación espacial y temporal de Arsénico .....	75
Figura 18. Variación espacial y temporal de Cadmio.....	76
Figura 19. Variación espacial y temporal de Mercurio .....	77
Figura 20. Variación espacial y temporal de Plomo .....	78
Figura 21. Variación espacial y temporal de Zinc .....	79
Figura 22. Variación espacial y temporal de Cromo .....	80
Figura 23. Variación espacial y temporal de Bario.....	81
Figura 24. Variación espacial y temporal de Cobre .....	82
Figura 25. Variación espacial y temporal de Niquel.....	83

Figura 26. Variación espacial y temporal de Selenio .....	84
Figura 27. Variación espacial y temporal de Talio .....	85
Figura 28. Variación espacial y temporal de Antimonio .....	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	116
ANEXO 2. RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR .....	118
ANEXO 3. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	119
ANEXO 4. PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CATEGORÍA 4 CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO .....	122
ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	123
ANEXO 6. ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS .....	132
ANEXO 7. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES .....	133
ANEXO 8. MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE PUERTO BERMÚDEZ.....	134
ANEXO 9. MAPA DE UBICACIÓN DEL RÍO NEGUACHE .....	135
ANEXO 10: CADENAS DE CUSTODIA Y RESULTADOS DE LABORATORIO .....	136

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019. Las muestras de agua se tomaron el 25 de febrero del 2019, 28 de abril del 2019, 12 de junio del 2019 y 31 de agosto del 2019. Los parámetros in situ se midieron en campo, mientras que los demás parámetros fisicoquímicos e inorgánicos fueron analizados en laboratorio.

Las muestras fueron recogidas de acuerdo a los procedimientos del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado por R.J. N° 010-2016-ANA.

Se recolectó las muestras de agua en cuatro (04) puntos de monitoreo (RNegu1, RNegu2, RNegu3 y RNegu4). El volumen de las muestras fue de 120 ml, 250 ml, 300 ml, 500 ml y 1000 ml, según los respectivos parámetros.

El Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la estación RNegu1 alcanzó un valor único de 91; en la estación RNegu2 alcanzó un valor único de 96; en la estación RNegu3 y RNegu4 alcanzó un valor único de 97, los mismos que se encuentran entre el rango de 90 a 100 que define un ICA de calidad de agua EXCELENTE, caracterizado por el color azul, asegurando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños.

Asimismo, se obtuvo que el fósforo total es el único parámetro que superó de forma significativa los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático subcategoría E2 Ríos de la Selva, aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM.

**Palabras claves:** Índice de Calidad de Agua, parámetros fisicoquímicos, parámetros inorgánicos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the Water Quality Index (ICA-PE) of the Neguache River during flood and low water levels in the Buffer Zone of the El Sira Communal Reserve - Puerto Bermudez - Oxapampa - Pasco, 2019. Water samples were taken on February 25, 2019, April 28, 2019, June 12, 2019 and August 31, 2019. The in situ parameters were measured in the field, while the other physicochemical and inorganic parameters were analyzed in the laboratory.

Samples were collected according to the procedures of the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources, approved by R.J. No. 010-2016-ANA.

Water samples were collected at four (04) monitoring points (RNegu1, RNegu2, RNegu3 and RNegu4). The volume of the samples was 120 ml, 250 ml, 300 ml, 500 ml and 1000 ml, according to the respective parameters.

The Water Quality Index (ICA-PE) of the Neguache River during flood and low water levels at the RNegu1 station reached a single value of 91; at the RNegu2 station it reached a single value of 96; at the RNegu3 and RNegu4 stations it reached a single value of 97, which are between the range of 90 to 100 that defines an EXCELLENT water quality ICA, characterized by the blue color, ensuring that the water quality is protected with the absence of threats or damage.

Likewise, it was obtained that total phosphorus is the only parameter that significantly exceeded the Environmental Quality Standards (EQS) for Water, category 4 Conservation of the aquatic environment subcategory E2 Jungle Rivers, approved by D.S. N° 004-2017-MINAM.

**Keywords:** Water Quality Index, physicochemical parameters, inorganic parameters.

## INTRODUCCIÓN

La tesis “EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) DEL RÍO NEGUACHE EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA COMUNAL EL SIRA - PUERTO BERMÚDEZ - OXAPAMPA - PASCO, 2019”, se realizó porque a la fecha no existe investigaciones sobre este tema en la zona, debido a que este río se encuentra en un distrito alejado y que su población en su mayoría se dedican a la agricultura, vienen realizando malas prácticas agrícolas que podrían incidir en la calidad de agua y desconocen la relevancia de este tipo de estudios.

Dicha investigación se realizó para conocer el Índice de calidad del agua del Río Neguache y saber si es de pésimo, malo, bueno o excelente calidad; ya que se encuentra en una zona de amortiguamiento, lo que motivó el estudio; para lo cual se evaluaron y analizaron parámetros físicos-químicos e inorgánicos.

Para llevar a cabo el estudio se diseñó una investigación con enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo donde se tomó muestras de agua en cuatro (04) puntos de monitoreo, tanto en época de avenida y estiaje, ello con el objetivo de contar con información representativa.

Asimismo, para determinar el índice de calidad de agua del Río Neguache, se aplicó la Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 068-2018-ANA. También, se comparó los resultados obtenidos de los monitoreos de agua con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM. La comparación fue con la Categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva, esta comparación se realizó posterior a la emisión de los informes de ensayo, con la finalidad de conocer que parámetros habían superado el estándar.

La tesis consta de cinco capítulos, el capítulo I presenta la descripción del problema, formulación del problema, objetivo general, objetivos específicos, justificación de la investigación, limitaciones de la investigación y viabilidad de la investigación. En el capítulo II, se presenta el marco teórico, la hipótesis y las variables. En el capítulo III, se presenta el tipo de investigación, enfoque, nivel, diseño, población y muestra, técnicas e instrumento de recolección de datos. En el capítulo IV, se presenta los resultados de la tesis que incluye la contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis. Finalmente, en el capítulo V, se presenta la discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A escala mundial, los cuerpos de agua están cada vez más contaminados por diversos factores, ya que todas las actividades humanas causan contaminación. Por lo tanto, el deterioro de la calidad del agua es uno de los mayores problemas en la actualidad; el aumento diario de la población mundial requiere más recursos. Por otro lado, a diario se realizan diversas actividades sin responsabilidad con el medio ambiente, como actividades industriales informales, minería ilegal y malas prácticas agrícolas que afectan la calidad de los cuerpos de agua, ya que los residuos que se generan como consecuencia de estas actividades terminan arrojándose a los ríos o quebradas.

En Perú, se creó la Reserva Comunal El Sira (RCES) con el fin de preservar la biodiversidad de la zona y beneficiar a las comunidades indígenas de las etnias Asháninkas, Yánesha y Shipibo-Conibo que se encuentran en el área de influencia. Su existencia y conservación también posibilitan la regulación del clima, la protección de las cuencas hidrográficas y la extracción de agua para el consumo humano. (Servicio Nacional de Áreas Protegidas [SERNANP], 2001).

El informe sectorial N° 04 titulado Áreas Naturales Protegidas del Perú (2011-2015), señala que a inicios del año 2015 se llevaron a cabo patrullajes especiales por parte del personal del SERNANP, identificándose 12 campamentos mineros localizados al interior de la RCES, por lo que se empezó a trabajar una estrategia para la erradicación de esta actividad ilegal.

El Río Neguache, al igual que otros ríos de nuestro país en los últimos años ha venido deteriorando su calidad de agua, esto debido a la pérdida de bosques por la tala indiscriminada y las malas prácticas agrícolas que se realizan en la provincia.

Por otro lado, se conoce que mediante Resolución Jefatural N° 270-2017-ANA se realiza la pre publicación del proyecto de “Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales” y por Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, se aprobó la Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, en el cual la subcuenca del Río Pichis está clasificada como Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, con una longitud de 311,08 km, perteneciendo a la unidad hidrográfica Cuenca Pachitea. Y en el Artículo 4 de la R.J. N° 056-2018-ANA, se estipula que en tanto la Autoridad Nacional del Agua (ANA) no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua a través del procedimiento de clasificación, se aplica la categoría del recurso hídrico al que este tributa.

De lo señalado en el párrafo precedente, se entiende que el Río Neguache pertenece a la Categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva por ser un tributario del Río Pichis, y por formar parte de la Zona de Amortiguamiento de la RCES.

Es por ello que, al no existir información representativa sobre la calidad del agua de la microcuenca del Río Neguache, esta investigación evaluó la calidad del agua en cuatro (04) puntos de monitoreo, durante cuatro (04) fechas diferentes y con los resultados obtenidos, se determinó el índice de calidad del agua ICA-PE del Río Neguache.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los contaminantes fisicoquímicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira -Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?
- ¿Cuáles son los contaminantes inorgánicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?
- ¿Cuáles son los valores del mercurio en el Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?
- ¿Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos monitoreados en el Río Neguache cumplen con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva.?

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los contaminantes fisicoquímicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.
- Determinar los contaminantes inorgánicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en

la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.

- Conocer los valores del mercurio en el Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.
- Contrastar el cumplimiento de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos monitoreados en el Río Neguache con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La R.J N° 068-2018-ANA con el cual se aprobó la “Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales”, señala que en el Perú la evaluación de la calidad del agua se realiza comparando los resultados de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos con las concentraciones establecidos en el ECA - Agua según la categoría del recurso hídrico; lo que determina si cumple o no cumple. No obstante, esta evaluación es ambigua a la hora de determinar el nivel de calidad de agua del cuerpo de agua superficial, es decir si esta tiene una calidad excelente, buena, regular, mala o pésima.

El Río Neguache pertenece a la Categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva, esto según la clasificación de las categorías del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM. En tal sentido, mediante esta investigación se pretende conocer si las concentraciones de los diversos parámetros seleccionados a evaluar en el presente estudio no superan el ECA.

La finalidad de que los monitoreos se realicen en época de avenida y estiaje, es obtener información representativa en el tiempo y espacio,

teniendo como objetivo evaluar el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache, durante el periodo del 2019.

Por tanto, esta investigación será de gran utilidad para las comunidades que hace uso del recurso con fines de recreación, a la municipalidad Distrital de Puerto Bermúdez para la implementación de nuevas medidas de manejo y conservación. Asimismo, será importante para las futuras investigaciones que se realicen en la localidad, ya que actualmente no se han realizado estudios de la calidad de agua en la zona.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- **Limitación de tiempo.** Los monitoreos se iniciaron el mes de febrero del 2019 y concluyó en agosto del 2019. Se realizaron dos (02) monitoreos en época de avenida y dos (02) en época de estiaje.
- **Limitación de espacio.** La investigación solamente se realizó con muestras de agua superficiales obtenidas de la microcuenca del Río Neguache en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira, ubicado en Distrito de Puerto Bermúdez, Provincia de Oxapampa y Departamento de Pasco.
- **Limitación de recursos.** Los recursos fueron presupuestados únicamente para cuatro (04) monitoreos (tiempos) y sus respectivos análisis.

## **1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio fue posible porque se realizó una adecuada planificación de las fases de premonitoreo, monitoreo y postmonitoreo, se contó con el tiempo suficiente para el desarrollo completo de la investigación, los recursos económicos suficientes para costear la investigación y el asesoramiento de un profesional con experiencia en el tema.

Como investigadora me encargué de conseguir los materiales y equipos necesarios para las mediciones in situ y la toma de muestras de agua, y su posterior análisis en un laboratorio acreditado por INACAL.

Lo consideré viable debido a que la microcuenca del Río Neguche se encuentra a una hora del Distrito de Puerto Bermúdez y el recorrido es en bote motorizado, además el presente estudio no atenta contra la salud o integridad de las personas y/o animales. Por el contrario, es beneficioso para todos, siendo que a la fecha no se han realizado estudios de calidad de agua en este distrito, y servirá como una base científica para la realización de futuras investigaciones a nivel local sobre el recurso hídrico.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Pérez y Quishpi (2016). Desarrollaron la Tesis de grado titulado “Análisis de la calidad de agua de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi, pertenecientes a la subcuenca del río Patate, de la provincia de Cotopaxi”, en la Universidad Nacional de Chimborazo; la investigación se realizó en Cotopaxi-Ecuador. Tuvo como objetivo general determinar la calidad de agua de los ríos Nagsiche y Pumacunchi, pertenecientes a la subcuenca del río Patate. El nivel de la investigación fue descriptivo ya que describió la calidad de agua de los ríos Nagsiche y Pumacunchi y aplicó el método inductivo ya que se generó la información mediante la toma de muestras y su análisis. La toma de las muestras para los análisis Físico-Químicos y microbiológicos “ICA NSF” utilizaron el tipo “muestreo compuesto” que consiste en tomar varias muestras simples en distintas partes del río, pero del mismo punto de monitoreo, y para la recolección de las muestras de macroinvertebrados se utilizó el método de Red de Patada, usando una red de tipo “D” en cada muestreo, esta práctica consiste en aprisionar macroinvertebrados, removiendo el fondo del río. Se Utilizaron como instrumentos el Índice de Calidad de Agua (ICA NSF), Índice Biológico Andino (ABI), Índice ETP (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) y Multiparámetro. Llegaron a las conclusiones siguientes: La fuente que genera una mayor contaminación en la zona alta de los ríos Pumacunchi y Nagsiche es la ganadera por la utilización del río como bebedero de animales y el pastoreo en las riberas del río. En la zona media la contaminación se da más por la erosión hídrica del suelo, ya que la cobertura vegetal es escasa en las zonas ribereñas, además se evidencio actividades

agrarias y ganaderas. Los análisis físico-químicos en el punto PM-RA-1 sector Puka Huayco se obtuvo como resultado; los Nitratos-N ( $\text{NO}_3^-$ ) un valor de 28.73 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). La conductividad eléctrica tiene un valor de 620.75  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , el mismo valor excede el Límite Máximo Permisible (LMP) de 250  $\mu\text{s}/\text{cm}$  establecido por la OMS. Estos parámetros se ven alterados debido a las actividades agrarias y ganaderas que existe en el sector. Mientras que los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 498.75 mg/l, la  $\text{DBO}_5$  tiene un valor 0.97 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ , el cambio de temperatura tiene un valor de 1.52  $^\circ\text{C}$ , el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 98.53 % y los detergentes tienen un valor de 0,022 mg/l. Estos parámetros no superan los LMP para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA).

Jaque y Potocí (2015). Desarrollaron la Tesis de grado titulado "Evaluación del Índice de Calidad de Agua (ICA) de la Microcuenca del Río Chibunga, en Variaciones Estacionales, provincia de Chimborazo – Ecuador, durante El Periodo 2014", en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; la investigación se realizó en la provincia de Chimborazo -Ecuador. Tuvo como objetivo general evaluar el ICA de la microcuenca del río Chibunga en variaciones estacionales. El tipo de investigación utilizada fue de tipo Aplicada, mientras que el enfoque fue Cualitativo y Cuantitativo. El diseño de investigación fue Cuasi experimental para lo cual se aplicó el Método DELPHI para definir el ICA en la microcuenca del Río Chibunga. Llegaron a las conclusiones siguientes: Para el Método Delphi, se tuvo en cuenta la calificación del experto en sus diferentes capacidades tales como conocimiento, experiencia e intuición, asegurando que las encuestas ejecutadas señalen un alto grado de confiabilidad en los parámetros a ser analizados. También, mediante el método Delphi se consiguieron los parámetros a ser ensayados en laboratorio, los cuales valdrán para

determinar el ICA en la microcuenca del Río Chibunga, estos fueron el Potencial de Hidrógeno, Oxígeno Disuelto, Cadmio, Plomo, DBO<sub>5</sub>, Coliformes Fecales, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Sólidos Suspendidos, Nitratos y Tensoactivos.

Mosquera Chaverra (2016). Desarrolló la Tesis de maestría titulado “Evaluación Exploratoria de la Calidad del Agua del Río San Juan en el Municipio de Tadó, Chocó, por el Impacto que Causan los Vertimientos Mineros”, en la Universidad de Manizales; la investigación se realizó en el Municipio de Tadó-Colombia. Tuvo como objetivo general evaluar la calidad del agua del río San Juan, en el municipio de Tadó, Chocó, por el impacto que causan los vertimientos mineros. La investigación fue cuantitativa, el cual implicó un proceso de medición de parámetros para un posterior análisis. La investigación fue de tipo exploratorio y descriptivo, inicialmente se revisó investigaciones referentes a la calidad del recurso hídrico e influencia de la minería en la zona objeto de estudio y posteriormente a eso, mediante datos de información secundaria se logró evaluar la relación de las actividades antrópicas con la calidad del agua, a través de datos obtenidos en un tiempo determinado. También, se adoptaron como instrumentos el ICA y de contaminación ICO. Al final de la investigación se llegó a las conclusiones de que hay una contaminación por mineralización ya cual es muy alta en los puntos E3 y E4, que indicaría que la cantidad de sólidos disueltos en la zona afecta la conductividad, así como la cantidad de cationes y aniones presentes. Por otro lado, no existe una alta contaminación por materia orgánica en la zona, sin embargo, los valores obtenidos en las diferentes zonas, se deben a que son muy marcados por actividades domésticas, por lo tanto, hay valores altos de coliformes totales.

Carrillo y Urgilés (2016). Desarrollaron la Tesis de grado titulado “Determinación del índice de Calidad de Agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig”, en la Universidad de Cuenca; la investigación se realizó en la provincia del Cañar -Ecuador. Tuvo como objetivo general determinar el Índice de calidad de agua (ICA-NSF) de los ríos Mazar y

Pindilig, muestreados durante el período Mayo - Noviembre 2015. El tipo de investigación fue experimental; en este estudio se utilizaron como instrumento el ICA NSF. De lo estudiado los investigadores concluyen que para la subcuenca del río Mazar la evaluación de la calidad del agua a lo largo de los 2 puntos de muestreo, muestra un deterioro en el transcurso de su recorrido aguas abajo de la comunidad de Colepato, aun así de acuerdo a los valores obtenidos en los índices, se considera una agua de buena calidad en los meses de Mayo, Septiembre y Noviembre, excepto en el mes de Junio en el cual se registraron fuertes lluvias, cuya calidad disminuyó categorizándose como aguas de mediana calidad; esta disminución se debe a altos valores de turbidez, fosfatos, y coliformes fecales, que se registraron en la cuenca baja del río Mazar (sitio de la Presa) debido al mayor arrastre generado por la corriente de agua. Sin embargo, para la subcuenca del río Pindilig la calidad del agua se evaluó en 3 puntos de muestreo, la calidad del agua mostró un ligero aumento desde la cuenca media hasta la cuenca baja; categorizándose como aguas de buena calidad en los meses de Mayo, Septiembre y Noviembre, excepto en el mes de Junio, en el cual se registró fuertes lluvias, cuya calidad disminuyó categorizándose como aguas de mediana calidad; esta disminución se debe a altos valores de turbidez, fosfatos y coliformes fecales que se registraron en la cuenca media y baja del río Pindilig debido al mayor arrastre generado por la corriente del agua.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Teves Aguirre (2016). Desarrolló la Tesis de maestría titulado “Estudio Físicoquímico de la Calidad del Agua del Río Caca, Región Lima”, en la Pontificia Universidad Católica del Perú; la investigación se realizó en Caca-Lima. Tuvo como objetivo general contribuir con información química que permita determinar la calidad del agua del río Caca y si el consumo de las aguas de este recurso amenaza la calidad de vida de la población asociada al distrito de Caca. Se Utilizaron como instrumentos Espectrofotómetro UV-Visible, Espectrómetro de absorción atómica de llama, Multiparámetro portable, etc. Esta

investigación llegó a las conclusiones siguientes: Los resultados obtenidos mostraron que todos los parámetros cumplen con los requisitos de agua para aguas de riego de vegetales y bebidas de animales según el ECA para agua Categoría III. Por tanto, el agua del río Caca es ideal para este uso. Además, el análisis realizado confirma que el río Lincha tiene un mayor impacto en las propiedades de la calidad del agua del río Caca porque tiene un caudal mayor que el río Paluche, el cual tuvo unos parámetros superiores al ECA por categoría de agua III que no afectó la calidad del río Caca, como pH 6,03; STS de 26,4 mg/L, fosfatos de 1,052 mg/L y Fe de 1,005 mg/L registrados en el segundo monitoreo.

Fajardo Vidal (2018). Desarrolló la Tesis de maestría titulado “Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú”, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; la investigación se realizó en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. Su objetivo general fue determinar la calidad microbiológica y físico-química de las aguas superficiales (canales y cuerpos de agua) del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla y la calidad de las aguas subterráneas (dos piezómetros) del ACR utilizando indicadores de contaminación microbiológica bacteriana y midiendo varios parámetros físicos y químicos como indicadores de contaminación para propuestas encaminadas a su recuperación y manejo sostenible. El alcance de la investigación es descriptivo, tipo transversal. Llegó a las siguientes conclusiones: El impacto más severo de la contaminación se observa en los altos valores de coliformes fecales y coliformes totales, lo que corresponde a un ecosistema afectado. Además, los valores obtenidos para selenio, mercurio, arsénico, cobre, cadmio, plomo, zinc y talio definen al ACR como un ecosistema con impacto físico-químico.

Ruiz Martínez (2019). Desarrolló la Tesis de grado titulado “Evaluación de la calidad fisicoquímica del agua de la quebrada Yanayacu para conservación del ambiente acuático, valle del Shanusi

- 2018”, en la Universidad Peruana Unión; la investigación se realizó en la Provincia Alto Amazonas, Departamento Loreto. Tuvo como objetivo general evaluar y determinar la calidad fisicoquímica del agua de la quebrada Yanayacu para la conservación del ambiente acuático en el valle del Shanusi. Llegó a las conclusiones siguientes: De acuerdo a la evaluación realizada en la presente investigación, se determinó que el agua de la quebrada Yanayacu presenta una buena calidad fisicoquímica para la conservación del ambiente acuático en el valle del Shanusi, pese a que en algunos parámetros existen mínimas variaciones con respecto al valor estándar. En la estación de monitoreo QYana2, el nivel de pH es igual a 5,88, valor que se encuentra por debajo de lo establecido en la categoría 4-E2 “Conservación del ambiente acuático-Ríos de la selva” de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (6,5 – 9,0). En dicha zona se pudo observar gran cantidad de componentes orgánicos, tales como: ramas, troncos, hojas, cobertura boscosa, humus, entre otros; por lo que su valor estaría asociado a la degradación de los mismos, la cual genera la aparición de sustancias como los ácidos húmicos, fúlvicos, himatomelánicos y huminas. En la estación QYana3 la concentración de fósforo total es de 0,055 mg/L, superando lo establecido por la normativa, excediendo un mínimo de 0,005 mg/L del ECA-AGUA de la categoría 4-E2 “Conservación del ambiente acuático-Ríos de la selva” (0,05 mg/L). Los cultivos de arroz, papaya, yuca y plátano existentes en la zona es el factor principal de la existencia de fósforo en el agua. Con respecto a la concentración de sulfuros en las estaciones QYan1= 0,031 mg/L, QYana2= 0,036 mg/L y QYana3=0,042 mg/L; se determina que estos exceden los valores establecidos en la categoría 4-E2 “Conservación del ambiente acuático-Ríos de la selva” de los ECA para Agua, quien otorga un valor límite de 0,002 mg/L. Las principales fuentes de la presencia de este compuesto se debe principalmente a agricultura intensiva que se desarrolla en las áreas próximas a la quebrada, y en menor proporción a las actividades acuícolas y pecuarias.

Puerta López (2019). Desarrolló la Tesis de grado titulado “Determinación de la influencia de la descarga del río Mayo en la calidad de agua del río Huallaga, a través de los ICA - PE”, en la Universidad Nacional de San Martín; la investigación se realizó en el Distrito de Shapaja, Provincia y Departamento de San Martín, Perú. El objetivo general fue determinar la influencia de la descarga del río Mayo en la calidad de agua del río Huallaga, aplicando los ICA-PE. Al finalizar el estudio las conclusiones fueron las siguientes: Se evaluó nueve (09) parámetros de calidad de agua en tres (03) puntos de monitoreo, de octubre a diciembre del 2018 para lo cual se utilizó la metodología del ICA-PE y se conoció la calidad de agua en tres (03) puntos de monitoreo, de los cuales el río Mayo (punto Rmayo1), tuvo menor valor que los puntos ubicados en el río Huallaga, obteniendo 71.84 (calidad regular) respecto a los parámetros evaluados, lo que demuestra que la calidad del agua casualmente es amenazada o perjudicada por diversas causas, una de ellas puede ser debido a que el río Mayo tiene poco volumen de agua y en su recorrido a la desembocadura también se observa que cada vez es más poblado, debido al crecimiento poblacional. Por otra parte, el río Huallaga mostró buena calidad en los dos (02) puntos de monitoreo (Rhual1 y Rhual2), obteniéndose valores de 83.05 y 86.74; alejándose un poco de la calidad natural del agua y las condiciones anheladas pueden estar con algunas amenazas o perjuicios de poca magnitud. No obstante, los valores obtenidos en el estudio evidencian que los ríos Mayo y Huallaga a pesar de estar influenciados por la densidad poblacional que cada día aumenta más, siguen conservando una elevada capacidad de autodepuración de los recursos hídricos. Los primeros resultados de cada parámetro evaluado demostraron una pequeña diferencia de la calidad de agua del agua en el río Huallaga, antes y después de su confluencia con el río Mayo; sin embargo, al realizar el análisis estadístico t de Student finalmente se comprobó que las diferencias no son significativas, aceptándose la hipótesis nula y afirmando con 95% de nivel de confianza la inexistencia de evidencias que puedan afirmar que el río

Mayo influye con significancia sobre la calidad de agua del río Huallaga, en relación a los parámetros estudiados.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Villarreal Huacachi (2016). Desarrolló la Tesis de grado titulado “Calidad de Agua del Río San Juan, en el Departamento de Pasco”, en la Universidad Nacional Federico Villarreal; la investigación se realizó en Pasco-Perú. Tuvo como objetivo general determinar la calidad del agua del río San Juan y su cumplimiento de acuerdo a lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3: Riego para Vegetales y Bebida de Animales durante el periodo 2001 al 2011 y 2014. Llegó a las conclusiones siguientes: Los metales pesados tales como el Cd, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn superaron el ECA Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Sin embargo, desde el año 2001 al 2011 las concentraciones de los metales pesados fueron muy altas a comparación del año 2014. Los puntos de monitoreo donde se alcanza concentraciones para todos los metales son, M-2, M-03, M-04, M-05 y M-06. Para el As, en la época de avenida durante los años 2001 al 2011 se registró que hubo una disminución de concentraciones, corroborando con los resultados del año 2014 que no superaron el ECA; sin embargo, en la época de estiaje los resultados de As corroboran que superó el estándar. Es decir, las concentraciones de los metales durante el 2001 al 2014 se han disminuido en un 70% de los valores en el año 2001, siendo éstas las concentraciones más altas pero que aun así siguen superando el ECA.

Inga Rengifo (2016). Desarrolló la Tesis de grado titulado “Modelo dinámico de sistemas para determinar la calidad de agua en la Laguna Patarcocha por vertimiento de aguas residuales de los Asentamientos Humanos aledaños, Pasco, 2016”, en la Universidad Cesar Vallejo; la investigación se realizó en Chaupimarca-Perú. Tuvo como objetivo general determinar si la calidad de agua en la Laguna Patarcocha-Pasco se deteriora gradualmente debido a los vertimientos de aguas residuales de los Asentamientos Humanos aledaños,

empleando un modelo de dinámica de sistemas al 2026. El diseño de la investigación es de tipo no experimental longitudinal, debido a que se recopilan datos sin manipular deliberadamente variables. El estudio es de tipo aplicado, siendo el nivel de investigación descriptivo simple, es decir cómo se manifiesta determinado fenómeno. El instrumento utilizado en la presente investigación fue una ficha de observación, donde se recopilaron los datos actuales tomados de la Laguna Patarcocha. Para la metodología de la presente tesis se realizó el procesamiento de datos históricos en un modelo dinámico del software Stella. Llegó a las conclusiones siguientes: La calidad de agua de la Laguna Patarcocha debido a los vertimientos de aguas residuales de los Asentamiento Humanos aledaños se deteriorará, ya que el caudal de dicha agua aumenta hasta 9.8 l/s por cada ducto, y también debido a que los coliformes totales partiendo del 2010 con 11000 unidades por litro hasta una disminución de 6600 coliformes por litro en el 2026, por la limpieza que realizan, así como los fosfatos que una concentración de 78 mg/l del 2010 disminuyendo a 10 mg/l en el 2026, estimulando al crecimiento de los microorganismos siendo en 1200 en el año 2009 encontrándose con un rango mayor en el año 2026, siendo en su conjunto los parámetros, elementos de medición del estado de la calidad de agua, que viéndose frente a estos resultados se afectará gradualmente la calidad de agua de la Laguna Patarcocha, demostrado en una simulación de un modelo de dinámica de sistemas al año 2026. El caudal de lo vertimientos de aguas residuales aumentarán debido al crecimiento poblacional de los asentamientos humanos cercanos que se proyecta según los datos del INEI.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Descripción del área de estudio**

Este estudio fue realizado en la microcuenca del Río Neguache, ubicado el Distrito de Puerto Bermúdez, Provincia de Oxapampa y Departamento de Pasco.

Respecto a la Provincia de Oxapampa, se señala que ésta es una de las 3 provincias del Departamento de Pasco y está localizada en la parte central del Perú. Encontrándose políticamente en 8 distritos.

#### **2.2.1.1. Distrito de Puerto Bermúdez**

##### **2.2.1.1.1. Aspectos geográficos**

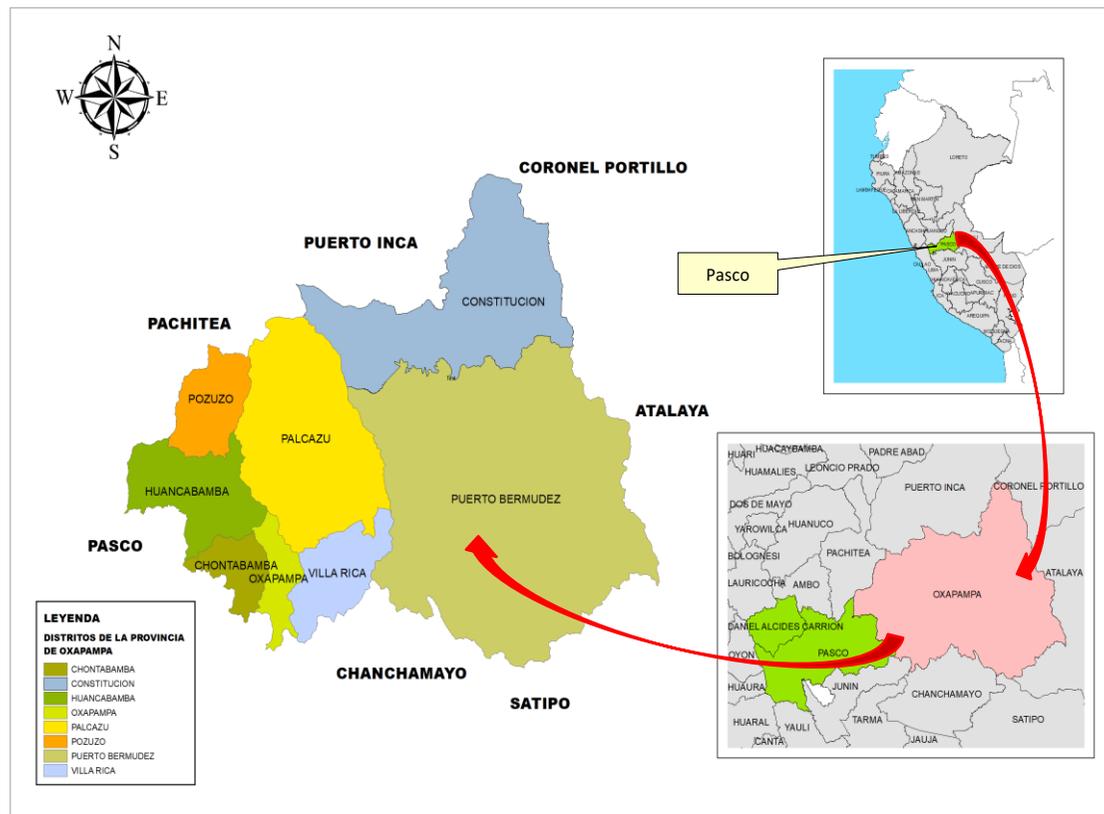
Puerto Bermúdez es uno de los ocho (08) distritos que conforman la Provincia de Oxapampa. Su capital es la localidad de Puerto Bermúdez. Fue creado el 17 de junio de 1958 mediante Ley N° 13014. Sus límites son:

- Por el Norte: Limita con el Distrito de Constitución.
- Por el Este: Limita con la Provincia de Atalaya del departamento de Ucayali.
- Por el Sureste: Limita con la Provincia de Atalaya del Departamento de Ucayali.
- Por el Suroeste. Limita con las Provincias de Satipo y Chanchamayo del Departamento de Junín.
- Por el Oeste: Limita con los Distritos de Villa Rica y Palcazú.

Tiene una extensión de 10 988.1 km<sup>2</sup> y una altitud de 450 m.s.n.m. El clima es tropical y húmedo. Pero es necesario señalar que las altas temperaturas diurnas son seguidas por noches frescas, que a veces dan inclusive la sensación de frío. No existen observatorios meteorológicos, pero por las condiciones ecológicas existentes puede deducirse que las precipitaciones fluctúan entre los 1,000 a 3,000 mm anuales. (Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2010).

**Figura 1**

*Ubicación del Distrito de Puerto Bermúdez*



*Nota.* La figura muestra en el mapa del Perú al Departamento de Pasco, así como sus tres (03) Provincias y finalmente al Distrito De Puerto Bermúdez. Fuente: INEI e integrado por la tesisista.

### **2.2.1.2. Subcuenca del Río Pichis**

El Río Pichis nace en la confluencia de los ríos Azupizú y Nazarategui, que tiene su origen en las faldas montañosas de la cordillera de San Matías San Carlos por el flanco oriental y del Sira por el flanco occidental. (Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2010).

A partir de su origen y durante su desarrollo, el Río Pichis recibe sobre su margen derecha a los Ríos Apurucayali, Anacayali y Neguache, mientras que en su margen izquierda tiene como afluente a los ríos Nazarategui, Azupizú, Chivis, Lorenzo y Lorencillo.

El Río Pichis tiene una longitud de 311,08 km, y fue clasificado como un río de categoría 4 (conservación del ambiente acuático), según la Clasificación de los Cuerpos de agua Continentales Superficiales. (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018).

Los Ríos Pichis y Palcazú confluyen en las inmediaciones del Puerto Victoria, que a su vez va a confluir en la cuenca del Río Pachitea. (Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2010).

Políticamente, el ámbito de la subcuenca del Río Pichis corresponde íntegramente al Distrito de Puerto Bermúdez, las microcuencas son las siguientes.

**Tabla 1***Microcuencas de la subcuenca del Río Pichis*

<b>MICROCUEENCA</b>	<b>ÁREA Km<sup>2</sup></b>
Rio Azupizú	714.44
Rio Nazarategui	849.29
Rio Neguache	2120.60
Rio Anacayali	989.24
Rio Shirarine	663.95
Rio Apurucayali	1 971.45
Rio Chinchihuani	757.21
Rio Quitarine	310.39
Rio Materiato	333.61
Rio Chivis	128.91
Rio Esperanza	89.17
Rio Lorenzo	297.50
Rio Lorencillo	143.98
Rio Pichis	738.72
Naciente del rio Pachitea	208.68

*Nota.* Datos tomados del Plan de desarrollo concertado de la Provincia de Oxapampa (2009 – 2021)

### **2.2.1.3. Microcuenca del Río Neguache**

La microcuenca del Río Neguache está ubicado en el Distrito de Puerto Bermúdez, al sur del Distrito de Constitución. Tiene un área de 2120.60 km<sup>2</sup>. Esta microcuenca a su vez pertenece a la subcuenca del Río Pichis.

### **2.2.1.4. Reserva Comunal El Sira**

Está ubicada en la zona centro-oriental del Perú, sobre el ámbito de la Cordillera El Sira, influenciada por las cuencas de los ríos Ucayali, Pachitea y Pichis. Políticamente la RCES ocupa territorios de los departamentos de Pasco, Huánuco y Ucayali y protege el ecosistema de la cordillera El Sira, único en su género. (SERNANP, 2001).

La RCES es una cadena montañosa muy escarpada, de unos 2,500 metros de altura con cobertura de bosque tropical. Tiene una extensión de 616,413.41 hectáreas. (SERNANP, 2001).

Asimismo, presenta inmensas extensiones de bosque primario no perturbado, albergando una diversidad de ecosistemas debido a su variación en altitud. Debido a su ubicación geográfica, es rica botánicamente con alta variedad de especies, alto número de especies endémicas y presencia significativa de diversos tipos de vegetación. (SERNANP, 2001).

**Tabla 2**

*Reserva Comunal El Sira (RCES)*

Base legal	Fecha de promulgación	Ubicación política	Extensión (ha)
Decreto Supremo N° 037-2001-AG.	22.06.2001	Huánuco, Pasco y Ucayali	616 413,41

*Nota.* Datos tomados del SERNANP (2001).

### **2.2.1.5. Zonas de Amortiguamiento**

El Artículo 25 de la Ley de Áreas Naturales Protegidas, Ley N° 26834 define a las Zonas de Amortiguamiento como aquellas zonas adyacentes a las Áreas Naturales Protegidas del Sistema, que por su naturaleza y ubicación requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida. El Plan Maestro de cada área definirá la extensión que corresponda a su Zona de Amortiguamiento. Entendiéndose que las actividades que se realicen en las Zonas de Amortiguamiento no deben poner en riesgo el cumplimiento de los fines del Área Natural Protegida.

Mediante R.J. N° 304-2001-INRENA se establece provisionalmente la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira; posteriormente mediante Resolución Presidencial N° 044-2009-SERNANP formalizan la aprobación del Plan Maestro de la Reserva Comunal El Sira 2009 – 2013 y mediante Resolución Presidencial N° 134-2015-SERNANP aprueban el Plan Maestro,

periodo 2015-2019, de la Reserva Comunal El Sira, el cual se encuentra vigente a la fecha.

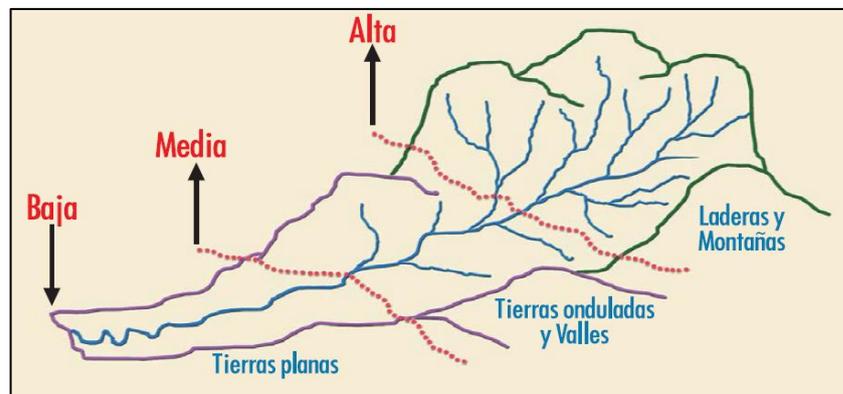
La Zona de Amortiguamiento de la RCES por parte de la Provincia de Oxapampa comprende todo el territorio del Distrito de Puerto Bermúdez y Constitución, incluyendo al Río Neguache, entre otros ríos, etc.

### 2.2.2. Cuenca hidrográfica

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. (World Vision, 2004).

Figura 2

*Partes de una cuenca hidrográfica*



Nota. La figura muestra las partes de una cuenca hidrográfica. Fuente: World Vision (2004).

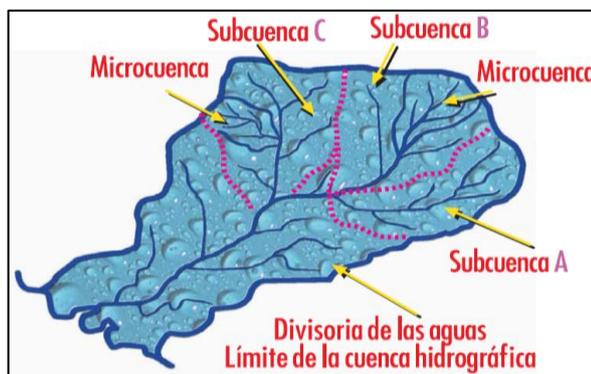
#### 2.2.2.1. División de una cuenca

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. El trazo de la red hídrica es elemental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca. Luego al curso principal de una subcuenca, llega un

afluente terciario, este comprende una microcuenca, además están las quebradas que son cauces menores. (World Vision, 2004).

**Figura 3**

*División de una cuenca hidrográfica*



Nota. La figura muestra la división de una cuenca hidrográfica.  
Fuente: World Vision (2004).

### **2.2.3. Calidad de agua**

Este término es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto significa que una fuente de agua lo suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS], 2004).

Para decidir si un agua califica para un propósito en particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. (CEPIS, 2004).

### **2.2.4. Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua**

Es la medida que determina la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor

y que no representan un riesgo significativo para salud de las personas ni al medio ambiente. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2005).

#### **2.2.4.1. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

El D.S. N° 004-2017-MINAM precisa que para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

##### **Categoría 1: Poblacional y recreacional**

- a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
  - A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
  - A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
  - A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
- b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación
  - B1. Contacto primario
  - B2. Contacto secundario

##### **Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**

- a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras
- b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras
- c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras
- d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

### **Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

- a) Subcategoría D1: Riego de vegetales
  - Agua para riego no restringido
  - Agua para riego restringido
  
- b) Subcategoría D2: Bebida de animales

### **Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Son aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas particularidades requieren ser protegidas.

- a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Son aquellas masas de agua naturales lenticos, que no tienen corriente continua, incluidos los humedales.
  
- b) Subcategoría E2: Ríos

Son aquellas masas de agua naturales lóxicos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

  - Ríos de la costa y sierra

Son aquellos ríos y sus afluentes, que se encuentran en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.
  
  - Ríos de la selva

Son aquellos ríos y sus afluentes, que se encuentran en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios

Son aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta subcategoría incluye marismas y manglares.

- Marinos

Son aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

**Tabla 3**

*Categoría 4 Conservación del ambiente acuático*

Parámetros	Unidad de medida	E2 Ríos Selva
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>		
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10
Fenoles	mg/L	2,56
Fósforo total	mg/L	0,05
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	13
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤ 400
Sulfuros	mg/L	0,002
<b>INORGÁNICOS</b>		
Antimonio	mg/L	0,64
Arsénico	mg/L	0,15
Bario	mg/L	1
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025
Cobre	mg/L	0,1
Cromo VI	mg/L	0,011
Mercurio	mg/L	0,0001
Níquel	mg/L	0,052
Plomo	mg/L	0,0025
Selenio	mg/L	0,005
Talio	mg/L	0,0008
Zinc	mg/L	0,12

*Nota.* Datos tomados de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado por D.S N° 004-2017-MINAM.

## **2.2.5. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA**

La “Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE Aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales”, aprobado mediante R.J. N° 068-2018-ANA, define que los ICA son herramientas matemáticas que integran información de varios parámetros, permitiendo la transformación de grandes cantidades de datos en una escala única de medición de calidad del agua.

También, son considerados como una herramienta esencial debido a que permiten transmitir información de manera sencilla sobre la calidad del agua a las autoridades competentes y al público en general; e identifica y compara las condiciones de calidad del agua y sus posibles tendencias en el espacio y el tiempo. (ANA, 2018).

Se recomienda recolectar una data mínima representativa de al menos cuatro (04) parámetros (variables) a evaluar, analizadas y muestreadas mínimo en cuatro (04) monitoreos (tiempos). Sin embargo, no se especifica un número máximo de parámetros. Para la aplicación de esta metodología se requiere conocer lo siguiente:

- Resultados mínimos de cuatro (04) monitoreos
- Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales (para conocer la categoría a la que pertenece el recurso hídrico), aprobado por R.J. N° 056-2018-ANA
- Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado por D.S N° 004-2017-MINAM

### **2.2.5.1. Cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE)**

Para la determinación del ICA-PE se aplica una fórmula, que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 y 100), que va representar y describir el estado de la calidad del agua de un

punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca. (ANA, 2018).

**F1 - Alcance:** representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar.

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA - Agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}} * 100$$

**F2 - Frecuencia:** representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA- Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

$$F_2 = \frac{\text{Número de datos que NO cumplen el ECA - Agua de los Datos Evaluados}}{(\text{Número Total de Datos Evaluados})} * 100$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

**F3 - Amplitud:** Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} * 100$$

En donde, la Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$\text{nse} = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_{i=1} \text{Excedente } i}{\text{Total de Datos}}$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA - Agua.

**Caso 1:** Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA - Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedente}_i = \frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA} - \text{Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en ECA} - \text{Agua}} - 1$$

**Caso 2:** Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA - Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedente}_i = \frac{\text{Valor establecido del parámetro en el ECA} - \text{Agua}}{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA} - \text{Agua}} - 1$$

Una vez obtenido el valor de los factores ( $F_1$ ,  $F_2$ , y  $F_3$ ) se procede a realizar el Cálculo del Índice de Calidad de Agua, siendo este la diferencia de 100 y la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de los tres (03) factores,  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ ; valor que se presenta en un rango de 100, como un ICA de excelente calidad a 0, como valor que representa un ICA de pésima calidad. Se expresa en la siguiente ecuación:

$$\text{ICA} - \text{PE} = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

**Tabla 4***Interpretación de la Calificación ICA- PE*

ICA - PE	Calificación	Interpretación
90-100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75-89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45-74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0-29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

*Nota.* Datos tomados de la Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE Aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 068-2018-ANA.

## 2.2.6. PARÁMETROS DE MONITOREO

### 2.2.6.1. Indicadores medidos en campo

Son aquellos parámetros que por su naturaleza cambiante deben ser medidos in situ, la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua (ANA, 2016).

#### a) Temperatura

Se le conoce como uno de los parámetros físicos más relevantes en el agua, ya que normalmente influye en la lentitud o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

### **b) Conductividad eléctrica**

Es importante conocer la conductividad que tiene una muestra de agua, siendo esta definida como la medida de la capacidad de la solución para transmitir corriente eléctrica. Dicha capacidad depende de varios factores tales como la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones y temperatura del agua. Asimismo, se debe tener en cuenta que las sales minerales son buenos conductores y que los materiales orgánicos y coloidales tienen baja conductividad. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2016).

### **c) Potencial de Hidrógeno (pH)**

Es una medida de la concentración de iones de hidrógeno presentes en el agua. Se conoce que las aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática, considerándose que estos niveles de pH pueden causar alteraciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuáticas. Normalmente, las aguas naturales, es decir, aguas no contaminadas, tienen un pH entre 5 y 9. (CEPIS, 2004).

## **2.2.6.2. Indicadores analizados en laboratorio**

### **a) Oxígeno Disuelto (OD)**

Los niveles bajos o faltantes de oxígeno en el agua son un indicador de alta contaminación, condiciones sépticas de sustancias orgánicas o intensa actividad bacteriana; Por esta razón, el OD se considera un indicador de contaminación del agua. (CEPIS, 2004).

### **b) Aceites y Grasas (MEH)**

Su presencia en el agua puede cambiar su calidad estética (olor, sabor y apariencia). La cantidad de aceites y grasas que puede contener una muestra de agua se determina en el laboratorio extrayendo todo el material soluble en un disolvente orgánico como

el hexano. Los resultados obtenidos se expresan en mg/L MEH (material extraíble en hexano). (CEPIS, 2004).

### **c) Cianuro Libre**

Este parámetro no se encuentra a menudo en aguas naturales. Por esta razón, la presencia de cianuro libre en las aguas superficiales se debe generalmente a la contaminación del agua por las aguas residuales industriales, particularmente de la galvanoplastia (aplicación de una capa de metal a un cuerpo mediante un proceso de electrólisis), plásticos, fertilizantes y minería. También se sabe que en la extracción de oro se usa cantidades importantes de cianuro y esto conduce a la formación de efluentes que eventualmente se vierten en ríos y lagos. (CEPIS, 2004).

### **d) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Su presencia está vinculada como el aporte de materia orgánica, encargada de medir la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para oxidar, degradar o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, su determinación se basa en la oxidación natural de la degradación. (ANA, 2018).

### **e) Fenoles**

Su existencia en el agua está relacionada con la descomposición de hojas de plantas y materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos, pero especialmente con procesos de contaminación por residuos industriales, aguas residuales, fungicidas y pesticidas, hidrólisis y oxidación de pesticidas, organofosforados, degradación bacteriológica de herbicidas de ácido fenoxialquílico, etc. (CEPIS, 2004).

### **f) Fósforo total**

Este elemento ingresa a las aguas superficiales a través de las descargas de aguas residuales, es conocido como el segundo

nutriente principal y es responsable del enriquecimiento de las aguas con nutrientes a tal ritmo que no puede ser compensado por la mineralización general, por lo que la descomposición del exceso de materia orgánica conduce a una disminución del oxígeno en las aguas superficiales. (ANA, 2018).

Son capaces de ingresar a las aguas superficiales naturales a través de vertidos de residuos domésticos y por escorrentías de la actividad agrícola y, por su capacidad de nutrir, es responsable del crecimiento de algas en los cuerpos de agua naturales. (ANA, 2018).

#### **g) Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )**

Son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con carga negativa ( $\text{NO}_3^-$ ), no tienen color ni sabor y se están en el ambiente disueltos en agua. Su existencia natural en aguas superficiales o subterráneas es el resultado del ciclo natural del nitrógeno. Sin embargo, en algunas zonas concretas se ha producido una alteración de este ciclo en el sentido de que se ha producido un aumento de la concentración de nitratos, debido principalmente a un uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y su posterior arrastre a través del agua de lluvia o del riego. (Instituto de Tecnología Química [UPV-CSIC]).

#### **h) Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

Su existencia en aguas naturales está ligada a aspectos estacionales y regímenes de caudal y está influenciada por las precipitaciones. Su concentración varía según el lugar, dependiendo de la hidrodinámica del cauce, el suelo, la cubierta vegetal, el cauce, las rocas y actividades antropogénicas como la agricultura, la minería, etc. Su evaluación en estudios de calidad del agua es muy importante ya que afecta la claridad del agua y la penetración de la luz, la temperatura y el proceso fotosintético. (ANA, 2018).

### **i) Sulfuros**

Se pueden encontrar en aguas residuales, aguas provenientes de la industria química y del papel, así como de las refinerías de petróleo. La concentración de sulfuros da una idea del grado de septización, que es un proceso biológico natural en el que las bacterias u otros seres vivos microscópicos en ausencia de oxígeno convierten material orgánico en materiales ligeramente oxidados, que son los productos de degradación en ellos metano, anhídrido carbónico, nitritos y nitratos. La presencia de sulfuros en el agua es un indicador de efecto bacteriológico anaeróbico (aguas residuales, etc.). Los sulfuros unidos a metales se encuentran en la corteza terrestre. (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], s.f.).

### **j) Antimonio**

Este elemento se encuentra en cantidades trazas en aguas naturales (generalmente menos de  $10\mu\text{g/L}$ ) y se puede encontrar en concentraciones más altas en fuentes termales o en cuerpos de agua que drenan áreas mineralizadas. (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], s.f.).

Las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales con antimonio provienen de los vertidos de la industria petrolera, cerámica, electrónica, etc. (CEPIS, 2004).

### **k) Arsénico**

Puede encontrarse en el agua en forma natural. Es un elemento muy tóxico para los humanos. Dado que las concentraciones en aguas naturales son generalmente inferiores a  $10\mu\text{g/L}$ . En las zonas mineras, sin embargo, se pueden encontrar concentraciones entre 0,2 y 1 g/L. En aguas naturales se presenta como arseniato ( $\text{AsO}_4^{3-}$ ) y arsenito ( $\text{AsO}_2^+$ ); su existencia puede deberse a descargas industriales o al uso de insecticidas. (ANA, 2018).

### **l) Bario**

La contaminación de los recursos hídricos por este elemento puede provenir principalmente de residuos de perforación, efluentes de refinerías de metales o de la erosión de depósitos naturales. (CEPIS, 2004).

### **m) Cadmio**

No es un elemento fundamental de la vida humana. La contaminación del agua superficial con este metal puede provenir de una variedad de fuentes, como: la corrosión de las tuberías galvanizadas, la erosión de los depósitos naturales, de las aguas residuales de las refinerías de metales o la escorrentía de baterías o pinturas usadas. Varios pigmentos que se utilizan para colorear plásticos o formular pinturas contienen altas concentraciones de cadmio. (CEPIS, 2004).

Se encuentra en el medio ambiente en forma de azufre y como impureza en minerales de zinc y plomo. Además, su presencia en cuerpos de agua superficiales se debe a las actividades de minería y fundición. (ANA, 2018).

### **n) Cobre**

Es un elemento ampliamente distribuido en las cuencas hidrográficas, pero la mayoría de los minerales de cobre son relativamente insolubles debido a que el cobre es absorbido en la fase sólida, se puede encontrar en bajas concentraciones en las aguas naturales. La presencia de una mayor concentración en las aguas superficiales naturales puede atribuirse a residuos industriales y/o actividades mineras. (ANA, 2018).

Su presencia en el agua está vinculada con la corrosión de las tuberías en la vivienda, la erosión de depósitos naturales y el percolado de conservantes de madera, entre otros. (CEPIS, 2004).

#### **o) Cromo VI**

De las especies que normalmente se encuentran en las aguas superficiales, el Cr (III) es esencial para los humanos porque promueve la acción de la insulina. Por el contrario, el Cr (VI) se considera tóxico debido a sus efectos fisiológicos adversos. (CEPIS, 2004).

#### **p) Mercurio**

Es considerado un contaminante indeseable del agua. Este elemento en el agua se encuentra principalmente en forma inorgánica, que puede transformarse en compuestos orgánicos por acción de microorganismos presentes en los sedimentos. De estos, se puede transferir al plancton, las algas y, posteriormente, a organismos de nivel trófico superior como peces, aves rapaces e incluso humanos. (CEPIS, 2004).

La presencia de este elemento en las aguas naturales se debe fundamentalmente a actividades antrópicas (minería, etc.), excepto en algunas zonas donde por su propia naturaleza existen yacimientos de este mineral. Normalmente es un elemento que no abunda en la corteza terrestre. (ANA 2018).

#### **q) Níquel**

Se utiliza particularmente en la fabricación de acero inoxidable y aleaciones de níquel. Los alimentos son la principal fuente de exposición al níquel para los no fumadores y las personas que no están expuestas al níquel por motivos profesionales; la contribución del agua a la ingesta diaria total por vía oral es poco importante. Sin embargo, en lugares muy contaminados, en áreas con movilización de níquel de origen natural en el agua subterránea, o donde se usan ciertos tipos de recipientes para hervir agua, materiales no persistentes en pozos o agua que ha entrado en contacto con grifos niquelados o cromo, la contribución del agua a la absorción de níquel puede ser significativa. (OMS, 2016).

#### **r) Plomo**

Es un elemento ampliamente distribuido en bajas concentraciones en rocas sedimentarias y suelos no contaminados. (ANA, 2018).

Las fuentes naturales generalmente contienen plomo en concentraciones muy variables. Se pueden encontrar desde niveles tan pequeños como trazas hasta concentraciones significativas que contaminan permanentemente las aguas superficiales. (CEPIS, 2004).

#### **s) Selenio**

Es raro encontrarlo disuelto en aguas naturales. Su origen suele estar relacionado con diversas fuentes como las descargas de residuos de la minería, del petróleo y de la industria, pero también puede provenir de la erosión de depósitos naturales. (CEPIS, 2004).

#### **t) Talio**

El talio puede estar en forma elemental o en el estado de oxidación de un TI (I) y tres TI (III). Suele utilizarse en la obtención de rodenticidas, fungicidas, sistemas ópticos, células fotoeléctricas, rectificadores de selenio etc., aunque la principal fuente de contaminación proviene del procesamiento de otros metales como el cobre, el plomo y el zinc. (Sans y Pablo, 1989).

#### **u) Zinc**

El zinc es abundante en rocas y minerales, pero tiene una baja concentración en aguas naturales debido a la baja solubilidad del metal. Se encuentra presente en trazas en casi todas las aguas superficiales alcalinas, pero aumenta su concentración en aguas ácidas. (ANA, 2018).

Las aguas superficiales naturales pueden contener zinc en concentraciones bastante bajas. Por otro lado, en el agua de

suministro, el zinc emana comúnmente del contacto con accesorios y estructuras galvanizadas o de bronce. (CEPIS, 2004).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Aguas continentales:** Se consideran cuerpos de agua permanentes que se encuentran sobre o debajo de la superficie de la tierra, incluidas las aguas superficiales dulces y subterráneas. (ANA, 2016).
- **Cuerpo Receptor:** Es el recurso que recibe o al que se arrojan directa o indirectamente los residuos de cualquier actividad antrópica. Es decir, son los lagos, ríos, acequias, pozos, suelos, aire, etc. (ANA, 2016).
- **Cadena de custodia:** Documento básico para el monitoreo de la calidad del agua, que garantiza la autenticidad de las muestras tomadas en campo hasta que llegan al laboratorio. (ANA, 2016).
- **Caudal:** Volumen de agua que fluye a través de una sección determinada de un río, canal o tubería en una unidad de tiempo. (ANA, 2016).
- **Contaminación:** Es la presencia en la naturaleza de una o más sustancias que dañan o son nocivas para la vida y el bienestar humano, la flora, la fauna o que degradan la calidad de la naturaleza provocando cambios no deseados en el ecosistema. (ANA, 2016).
- **Periodo de avenida:** Período donde en forma cíclica se producen intensas lluvias con cierta regularidad, las que permiten acumular los reservorios del sistema de generación hidráulica. Para la aplicación de los procedimientos, corresponde al periodo del 01 de diciembre al 31 de mayo. (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional [COES SINAC], 2012).
- **Periodo de estiaje:** Período donde en forma cíclica se registra una disminución de lluvias y que origina la disminución de los caudales naturales. Para la aplicación de los procedimientos, corresponde al periodo del 01 de junio al 30 de noviembre. (COES SINAC, 2012).
- **Equipo multiparamétrico:** Es un instrumento que mide simultáneamente múltiples parámetros como pH, temperatura,

conductividad, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto. (ANA, 2016).

- **GPS:** Es un equipo de sistema de posicionamiento global convertido en estándar para la ubicación del sitio de trabajo, que asegura que cada punto sea muestreado en el mismo sitio, proporcionando las coordenadas de los puntos. (ANA, 2016).
- **In-situ:** En el lugar, en el sitio. (ANA, 2016).
- **Laboratorio acreditado:** Es el laboratorio que cuenta con la aprobación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) o cualquier otro organismo internacional similar que cumpla con los requisitos de la señalados en la norma International Organization for Standardization (ISO) 17025, que establece los requisitos generales que los laboratorios deben cumplir para acreditar su competencia. (ANA, 2016).
- **Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos:** Proceso que permite medir la calidad de las aguas naturales con el fin realizar el seguimiento y control de la exposición de los contaminantes y su afectación a los diferentes usos de agua y a los ecosistemas acuáticos. (ANA, 2016).
- **Muestra de agua:** Parte representativa del material a investigar (en este caso agua superficial natural) en la que se analizan los parámetros de interés. (ANA, 2016).
- **Muestreo:** Es el proceso de tomar una cantidad representativa de agua, que permita medir los parámetros que representan la calidad de una determinada masa de agua. (ANA, 2016).
- **Parámetros de calidad:** Son compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para determinar la calidad del agua. (ANA, 2016).
- **Protocolo de monitoreo:** Documento de orientación que contiene instrucciones y procedimientos establecidos para realizar un monitoreo. Describe un método estandarizado para minimizar errores debido a la medición, transporte y análisis. (ANA, 2016).

- **Punto de monitoreo:** Es un lugar específico cerca de o en un cuerpo receptor de agua, en la cual se recoge la muestra. Su ubicación es fundamental para el éxito de la determinación de la calidad de agua. (ANA, 2016).

## **2.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>1</sub>:** La evaluación de los Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) demuestran que el Río Neguache es de mala calidad en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.

**H<sub>0</sub>:** La evaluación de los Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) demuestran que el Río Neguache no es de mala calidad en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Época de avenida y estiaje.

## **2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**Tabla 5**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumento</b>
<b><u>Variable Independiente</u></b>	Periodo de avenida: Período donde en forma cíclica se producen las precipitaciones pluviométricas con cierta regularidad. Corresponde al periodo del 01 de diciembre al 31 de mayo.				
Época de avenida y estiaje	Periodo de estiaje: Período donde en forma cíclica se registra una disminución de precipitaciones pluviométricas y que origina la reducción de los caudales naturales. Corresponde al periodo del 01 de junio al 30 de Noviembre.	Parámetro físico	Temperatura	°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiparámetro</li> </ul>
<b><u>Variable Dependiente</u></b>	Constituyen herramientas matemáticas que integran información de varios parámetros, permitiendo transformar grandes cantidades de datos en una escala única de medición de calidad del agua.	Parámetros Físicos-químicos	Potencial de Hidrógeno (pH) Conductividad Aceites y Grasas (MEH) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) Fósforo total Oxígeno disuelto Sólidos suspendidos totales Cianuro libre Fenoles	Unidad de pH (µS/cm) mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiparámetro</li> <li>• Multiparámetro</li> <li>• Informes de Ensayo</li> <li>• Estándares de Calidad (ECA) para Agua, aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM</li> <li>• Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los Cuerpos de Agua</li> </ul>

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento
			Sulfuros	mg/L	Continental Superficiales, aprobado por R.J. N° 068-2018-ANA
			Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/L	
		Parámetros Inorgánicos	Arsénico	mg/L	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 056-2018-ANA</li> <li>• Informes de Ensayo</li> <li>• Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM</li> <li>• Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 068-2018-ANA</li> <li>• Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 056-2018-ANA</li> </ul>
			Cadmio	mg/L	
			Mercurio	mg/L	
			Plomo	mg/L	
			Zinc	mg/L	
			Cromo	mg/L	
			Bario	mg/L	
			Cobre	mg/L	
			Níquel	mg/L	
			Selenio	mg/L	
			Talio	mg/L	
		Antimonio	mg/L		

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. ENFOQUE**

De acuerdo a las definiciones y características de los enfoques de investigación según Hernández, Fernández y Baptista (2014). La presente investigación es de enfoque cuantitativo porque representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, es objetivo y medible. Ya que los parámetros de campo fueron medidos in situ, mientras que los demás fueron analizados en un laboratorio acreditado por INACAL.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

El alcance es descriptivo porque únicamente se midió y recogió información de manera independiente sobre las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan éstas. Hernández et al. (2014).

##### **3.1.3. DISEÑO**

No experimental: No se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En esta investigación las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos (variable dependiente); es decir las actividades antropogénicas ya causaron efectos en la calidad de agua. Hernández et al. (2014).

Diseños longitudinales de tendencia: Es un tipo de diseño no experimental y pertenece a este diseño porque se analizaron cambios al paso del tiempo en las variables dependientes, ya que se

recolectaron muestras de agua en diferentes puntos y periodos (época de avenida y estiaje) para hacer inferencias respecto al cambio. Hernández et al. (2014).

Se realizaron dos (02) monitoreos en época de avenida y dos (02) en época de estiaje.

- Época de avenida: Corresponde al periodo del 01 de diciembre al 31 de mayo.
- Época de estiaje: Corresponde al periodo del 01 de junio al 30 de noviembre.

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### a) Población

Para este estudio se tomó como población a la microcuenca del Río Neguache, ubicado en el Distrito de Puerto Bermúdez, el cual forma parte de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira.

#### b) Muestra

Las muestras fueron recogidas de acuerdo a los procedimientos señalados en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado por R.J. N° 010-2016-ANA.

Para esta investigación el volumen de las muestras fue de 120 ml, 250 ml, 300 ml, 500 ml y 1000 ml, según los respectivos parámetros. Y se realizó en cuatro (04) puntos de monitoreo.

Tabla 6

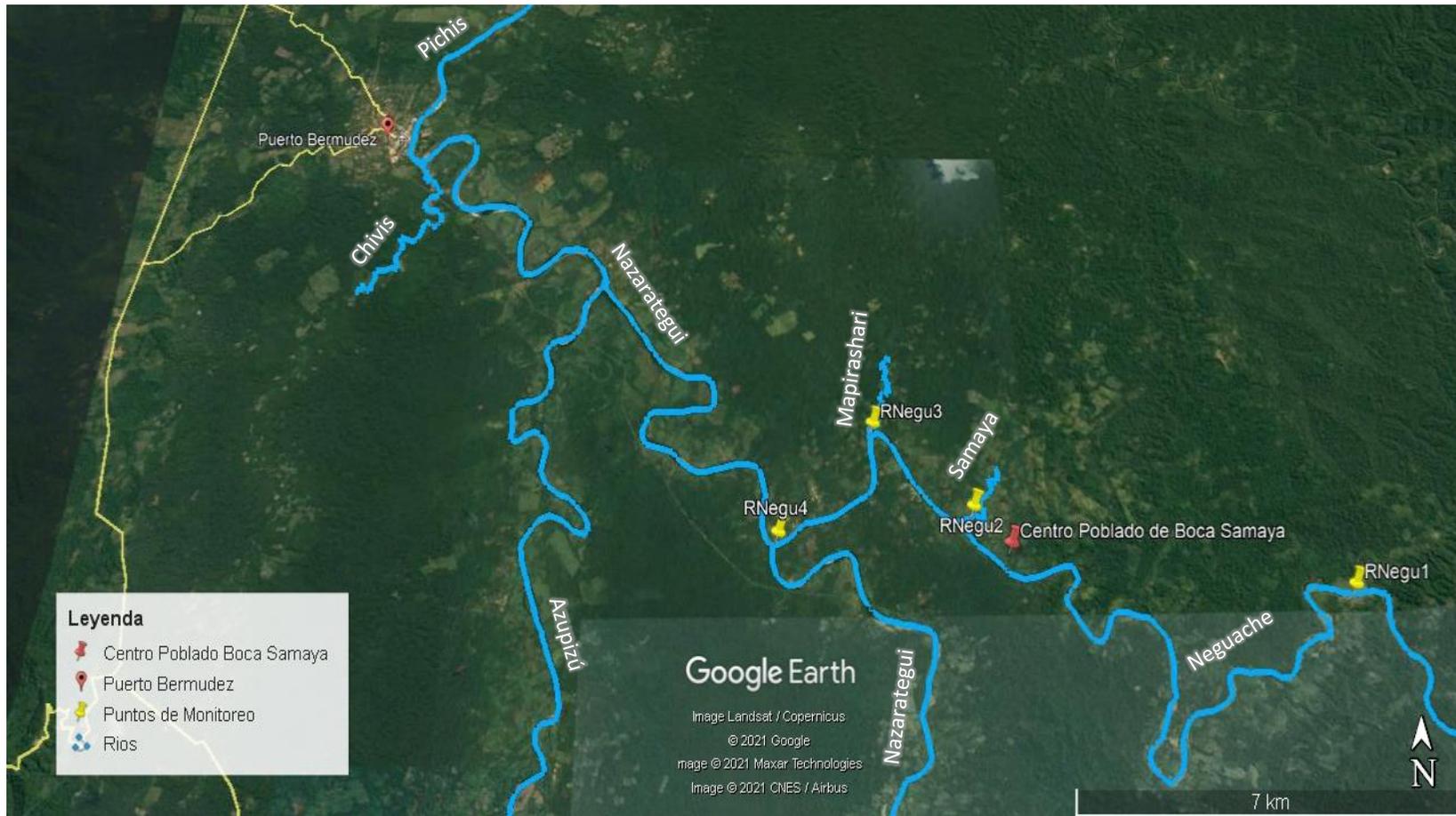
*Ubicación de las estaciones de muestreo*

PUNTOS DE MONITOREO		COORDENADAS UTM		ALTITUD (msnm)
		WGS 84 ZONA 18 L		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	
RNegu1	Zona Naciente del río	0526792	8851717	140
RNegu2	Zona media del río (Afluente de Samaya)	0519406	8853202	140
RNegu3	Afluente de Mapirishari	0517447	8854858	141
RNegu4	Salida del Río Neguache <sup>1</sup>	0517445	8854858	131

<sup>1</sup> Antes de la confluencia con el Río Nazarategui.

**Figura 4**

*Distribución de los puntos de monitoreo*



*Nota.* La figura muestra los puntos de monitoreo en el Río Neguache.

### **3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos**

#### **3.3.1. Para la recolección de datos**

La planificación del monitoreo se realizó en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluyó las siguientes fases. (ANA, 2016):

##### **Fase de Premonitoreo**

- Planificación del monitoreo
- Establecimiento de la red de puntos de monitoreo
- Codificación del punto de muestreo
- Frecuencia de monitoreo
- Parámetros recomendados a evaluar en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos
- Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección
- Seguridad en el trabajo de campo

##### **Fase de Monitoreo**

- Reconocimiento del entorno
- Rotulado y etiquetado
- Georeferenciación del punto de monitoreo
- Medición de los parámetros de campo
- Toma de muestra
- Preservación
- Llenado de la cadena de custodia
- Transporte de las muestras

##### **Fase de Posmonitoreo**

- Análisis de las muestras por un laboratorio acreditado por el INACAL
- Procesamiento y revisión de datos de los análisis

Para la recolección de muestras de agua se recorrió el Río Neguache en cuatro (04) fechas distintas (25 de febrero del 2019, 28 de abril del 2019, 12 de junio del 2019 y 31 de agosto del 2019), las muestras de agua fueron recolectadas de cuatro (04) puntos (RNegu1, RNegu2, RNegu3 y RNegu4) en trece (13) frascos por cada punto de monitoreo debidamente rotulados, siendo un total de cincuenta y dos (52) frascos por cada fecha.

Posteriormente a la recolección de las muestras de agua, los frascos fueron trasladados en coolers, encontrándose las muestras refrigeradas y preservadas, con destino al Laboratorio de Ensayo de Servicios Analíticos Generales S.A.C., ubicado en Lima.

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en el presente estudio se detallan a continuación:

### **Materiales y equipos**

- Multiparámetro
- 04 Frascos de vidrio Winkler de 300 ml
- 04 Frascos de vidrio ámbar de 1 litro
- 12 Frascos de plástico de 1 litro
- 08 Frascos de plástico de 500 ml
- 16 Frascos de plástico de 250 ml
- 08 Frascos de plástico de 120 ml
- Coolers
- Ice pack (paquete de hielo)
- Preservantes
- Guantes de látex
- Calculadora
- Marcador indeleble
- Cinta adhesiva
- Tijera
- Lapicero
- GPS

- Cámara fotográfica
- Botas
- Impermeable para lluvia
- Etiquetas para muestra de agua
- Cadenas de custodia
- Laptop
- Impresora

### **Normas legales**

- Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 056-2018-ANA
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado por R.J. N° 010-2016-ANA
- Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE Aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 068-2018-ANA
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM

### **Programas**

- Software (Microsoft Word, Microsoft Excel y Microsoft PowerPoint)
- ArcGIS 10.5
- SPSS versión 26

### **Otros**

- Informes de ensayo
- Tesis de maestría
- Tesis de grado
- Revistas
- Informes
- Libros
- Artículos

### 3.3.2. Para la presentación de datos

Para la presentación de este estudio se utilizó la técnica de la sistematización y la redacción científica.

### 3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos

Para el cálculo del índice de calidad de agua, se empleó la Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales, aprobado por R.J. N° 068-2018-ANA.

También se realizó una comparación entre los resultados de los Informes de Ensayos y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático - subcategoría E2 Ríos de la selva, aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM, ello con la finalidad de conocer las concentraciones de los parámetros evaluados y la calidad del agua del Río Neguache en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira.

Etapa	Técnica	Prueba estadística
Procesamiento de datos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ordenamiento y evaluación de datos</li><li>- Tablas estadísticas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prueba de normalidad</li><li>Prueba de Shapiro-Wilk (al analizar menos de 50 valores por cada parámetro)</li><li>- Prueba paramétrica</li><li>Distribución de valores normales se emplea la T de Student para una muestra.</li><li>- Prueba no paramétrica</li><li>Distribución de valores no normales se emplea Wilcoxon para una muestra</li></ul>

Se precisa que se utilizó el software estadístico SPSS versión 26 para el procesamiento de los datos, por considerarse una herramienta muy útil para el análisis descriptivo y analítico.

# CAPITULO IV RESULTADOS

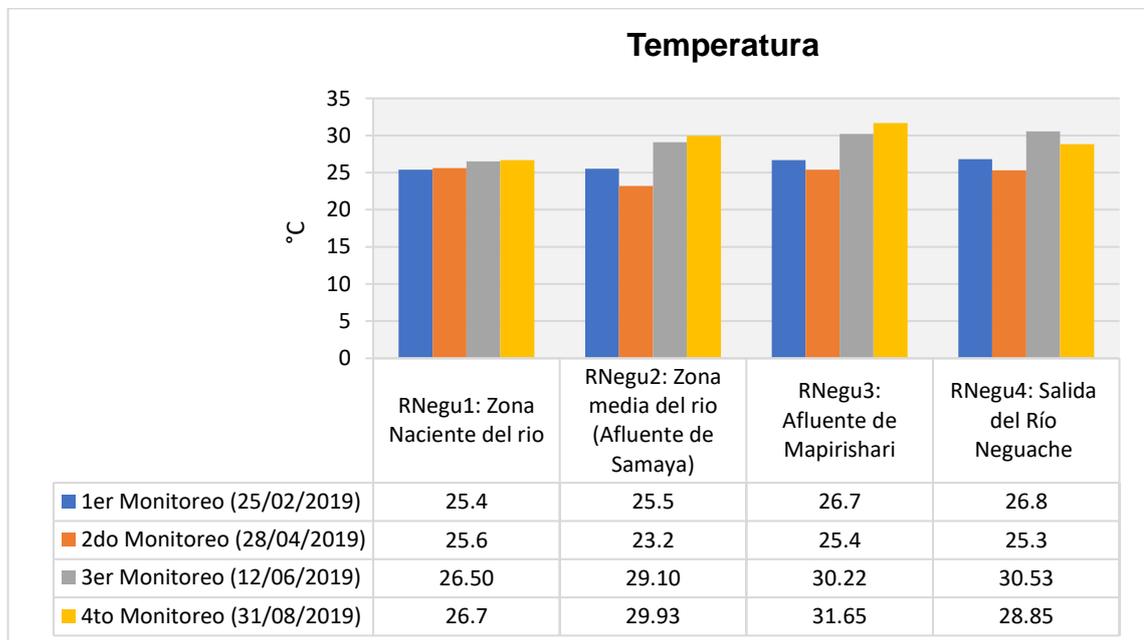
## 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

### 4.1.1. Evaluación de los indicadores

#### a) Temperatura

**Figura 5**

*Variación espacial y temporal de la Temperatura*



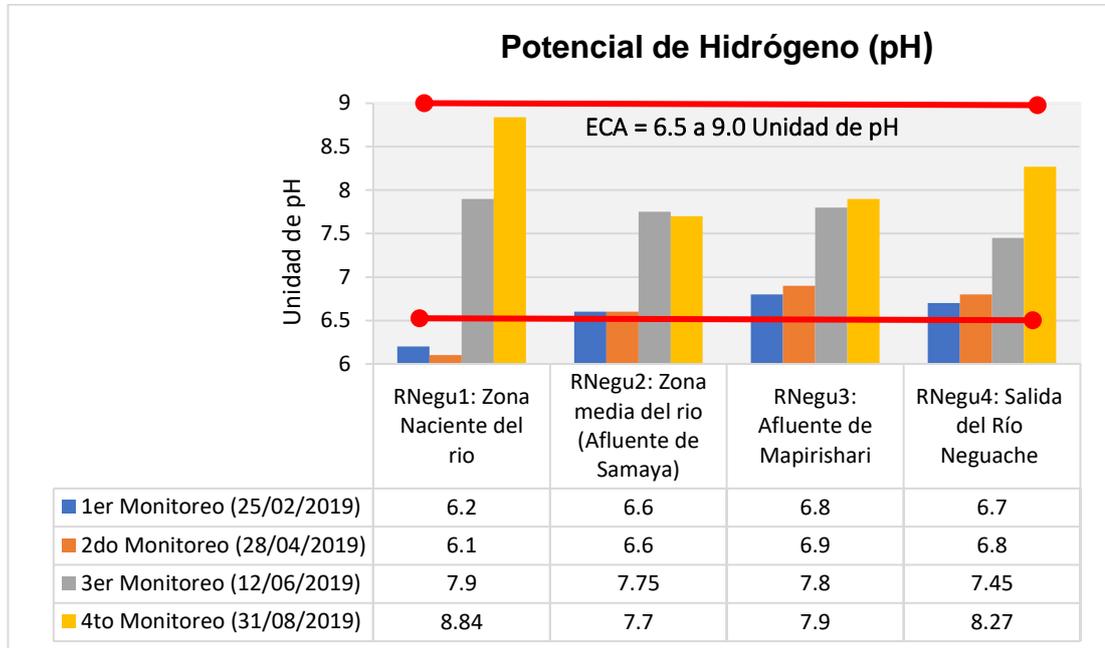
*Nota.* La figura muestra las concentraciones de la Temperatura en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Las temperaturas más altas se registraron en el punto RNegu3 (afluente de Mapirishari), teniendo un máximo de 31.65 °C en el mes de agosto (verano), mientras que la más baja registra un mínimo de 23.2 °C en abril (invierno) en el punto RNegu2.

## b) Potencial de Hidrógeno (pH)

Figura 6

Variación espacial y temporal del pH



Nota. La figura muestra las concentraciones de pH en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

El nivel de pH más alto se registró en el punto RNegu1 (zona naciente del río) alcanzando su pico máximo en agosto 8.84 unidades de pH, mientras que su nivel mínimo se registró en el mes de abril, obteniendo un valor de 6.1 unidades de pH.

Los valores de pH en el punto RNegu2, varían desde un valor máximo de 7.75 unidades de pH en el mes de junio, hasta un mínimo de 6.6 unidades de pH en el mes de febrero y abril.

También se observa que en el punto RNegu3 (afluente de Samaya), el valor más alto se registró en el mes de agosto con 7.9 unidades de pH, mientras que la más baja se reportó en el mes de febrero durante el primer monitoreo con un valor de 6.8 unidades de pH.

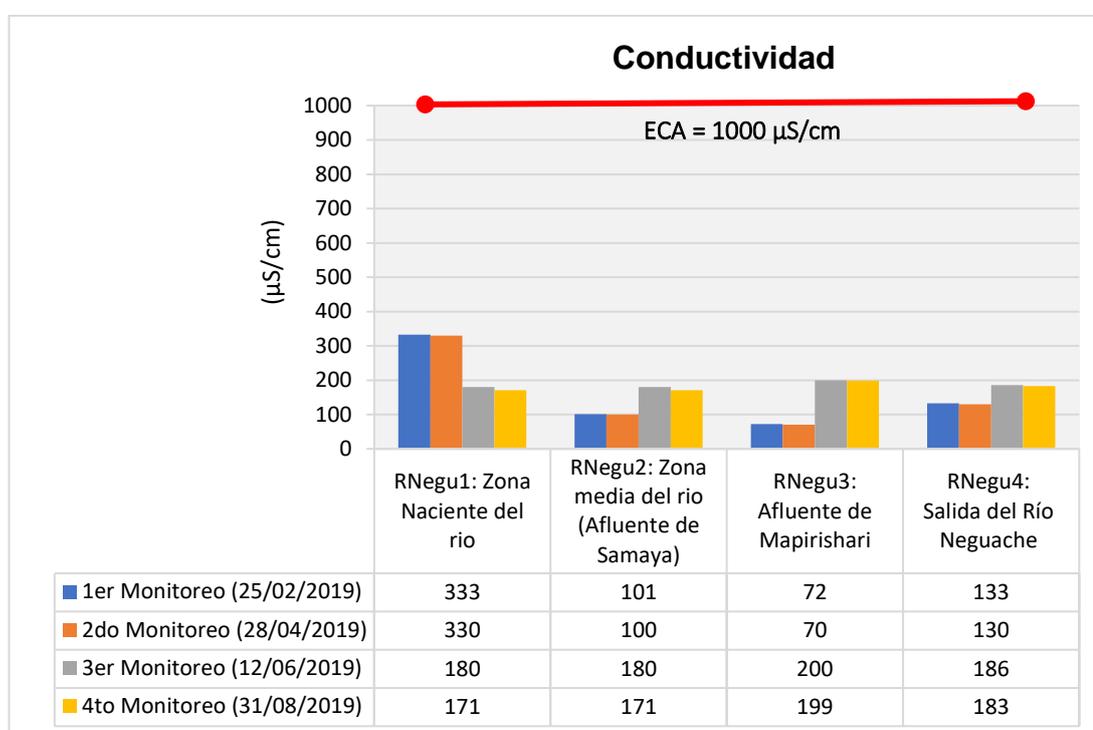
Los valores de pH en el punto RNegu4, varían desde un valor máximo de 8.27 unidades de pH en el mes de agosto (cuarto monitoreo), hasta un mínimo de 6.7 unidades de pH en el mes de febrero (primer monitoreo).

De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Potencial de Hidrógeno (pH), supera los ECA para Agua que es de 6.5 a 9.0; superando en el punto RNegu1, registrando en el 1.º monitoreo de febrero 6.2 unidades de pH y 6.1 en el 2.º monitoreo de abril (época de avenida).

### c) Conductividad

Figura 7

Variación espacial y temporal de la Conductividad



Nota. La figura muestra las concentraciones de la Conductividad en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Según se observa el punto RNegu1 presentó las concentraciones más altas de conductividad en el mes de febrero, alcanzando un valor máximo de  $333 \mu S/cm$  y en abril de  $330 \mu S/cm$ .

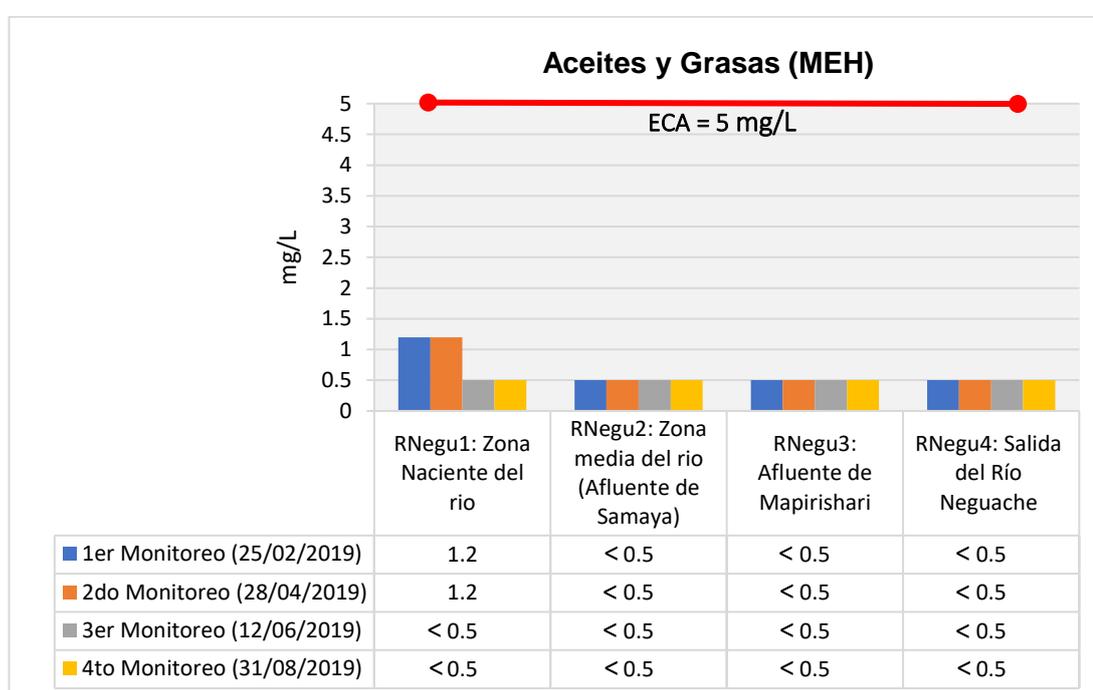
Así también, los valores más bajos de conductividad se obtuvieron en el punto RNegu3 (afluente de Mapirishari), en donde se observa  $70 \mu S/cm$  en el mes de abril y  $72 \mu S/cm$  en febrero.

De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Conductividad, no supera los ECA para Agua que es de 1 000  $\mu S/cm$  en ninguna campaña de monitoreo realizada en el Río Neguache.

#### d) Aceites y Grasas (MEH)

Figura 8

Variación espacial y temporal de Aceites y Grasas



Nota. La figura muestra las concentraciones de Aceites y Grasas en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

No se presentaron variaciones significativas de Aceites y Grasas (MEH) con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a <0.5 mg/L en todos los monitoreos realizados, a excepción del punto RNegu1 en la cual se registró el valor de 1.2 mg/L en el primer y segundo monitoreo realizado durante la época de avenida.

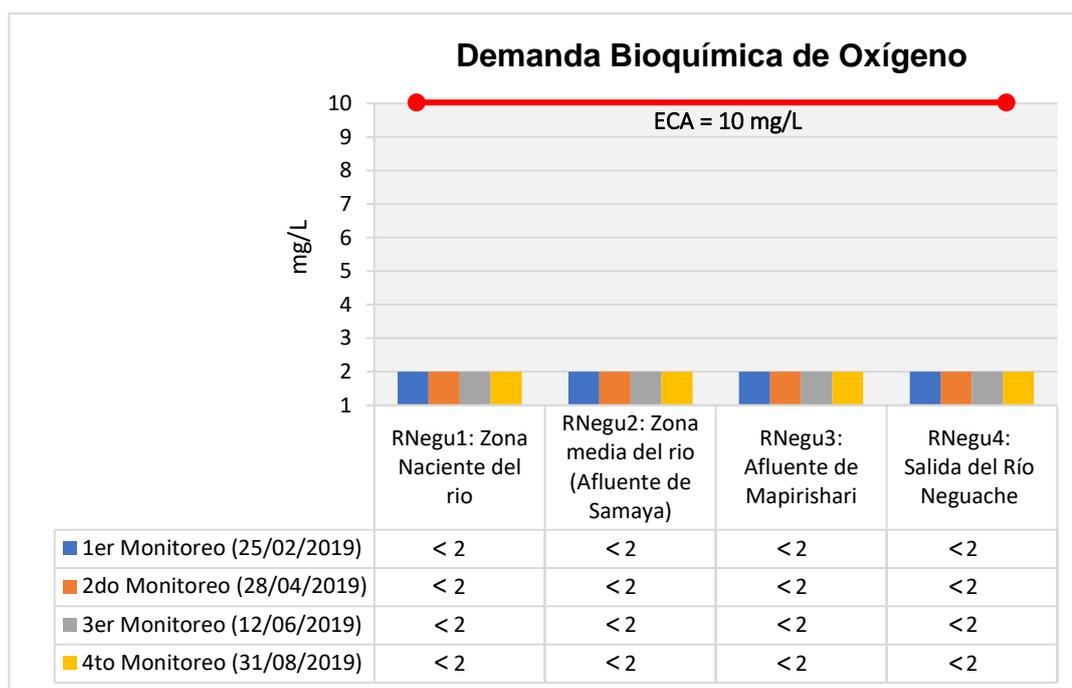
De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Aceites y Grasas

(MEH), no supera los ECA para Agua que es de 5.0 mg/L en ninguna campaña de monitoreo realizada en el Río Neguache.

### e) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Figura 9

Variación espacial y temporal de DBO<sub>5</sub>



*Nota.* La figura muestra las concentraciones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

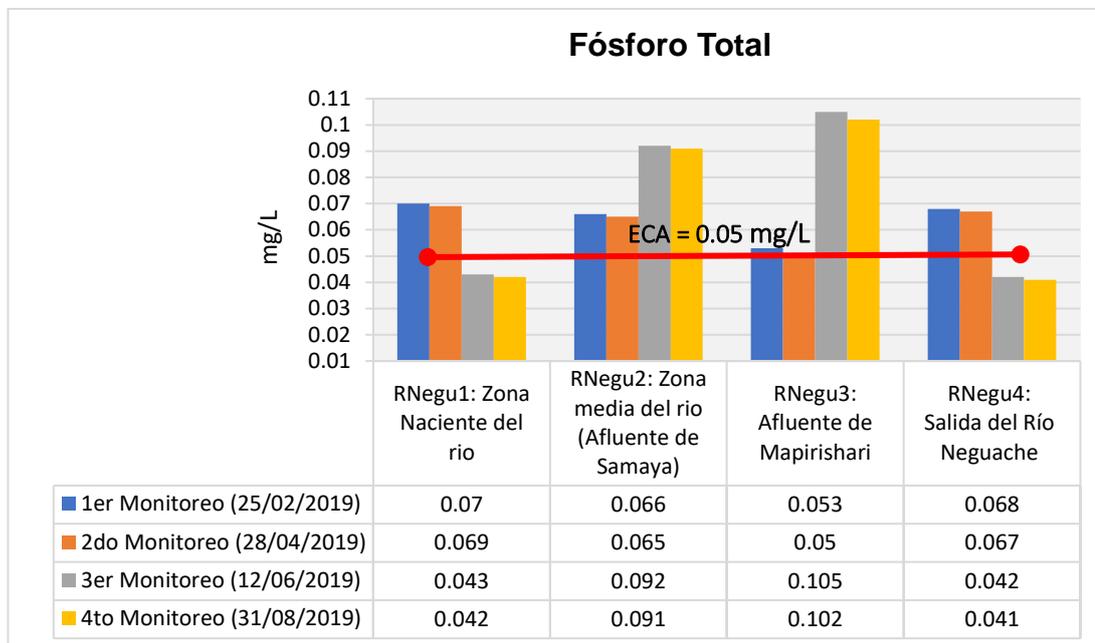
Como se observa no se registraron variaciones significativas de concentraciones de DBO<sub>5</sub> con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a <2 mg/L en todos los monitoreos realizados.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico DBO<sub>5</sub>, no supera los ECA para Agua que es de 10 mg/L en ninguna de las cuatro (04) veces de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## f) Fósforo Total

Figura 10

Variación espacial y temporal de Fósforo Total



Nota. La figura muestra las concentraciones del Fósforo Total en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

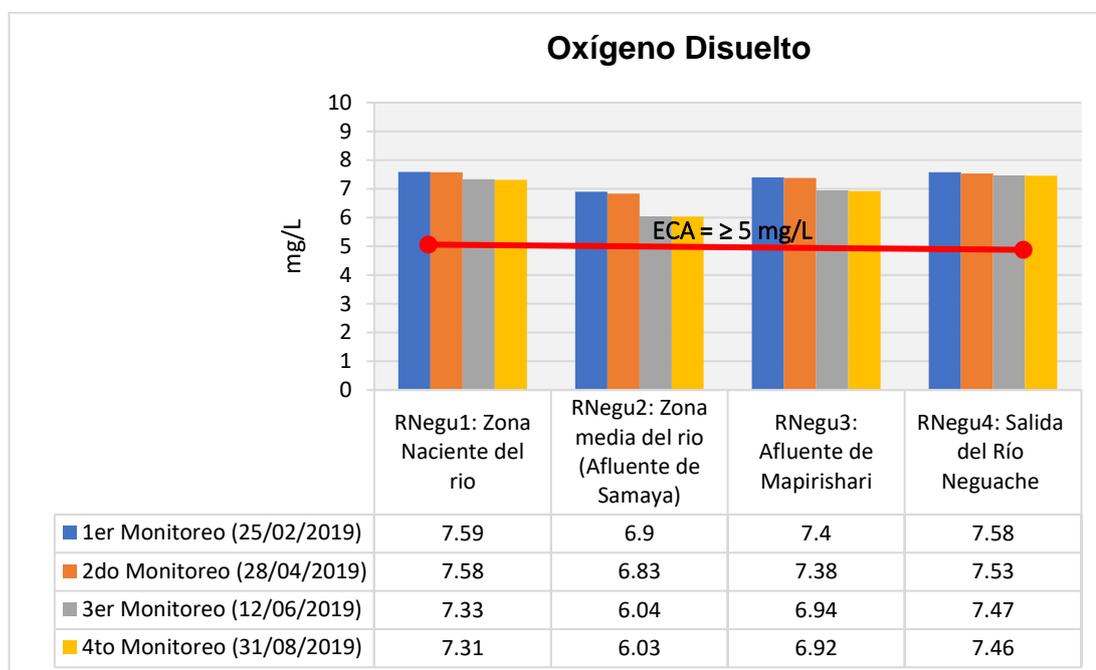
Como se observa, el punto RNegu3 durante el tercer monitoreo presenta mayor concentración de Fósforo Total 0.105 mg/L.

De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Fósforo Total, supera los ECA para Agua que es de 0.05 mg/L; en el punto RNegu1, se registró en el 1.° monitoreo de febrero 0.070 mg/L y 0.069 mg/L en el 2.° monitoreo de abril; en el punto RNegu2 se registró 0.066 mg/L en el monitoreo de febrero, 0.065 mg/L en el 2.° monitoreo de abril, 0.092 mg/L en el 3.° monitoreo de junio y 0.091 mg/L en el 4.° monitoreo de agosto del 2019; en el punto RNegu3 se registró 0.053 mg/L en el 1.° monitoreo, 0.105 mg/L en el 3.° monitoreo, 0.102 mg/L en el 4.° monitoreo de agosto; en el punto RNegu4 se registró 0.068 mg/L en el 1.° monitoreo de febrero y 0.067 mg/L en el 2.° monitoreo de abril.

## g) Oxígeno Disuelto (OD)

Figura 11

Variación espacial y temporal de Oxígeno Disuelto (OD)



Nota. La figura muestra las concentraciones de Oxígeno Disuelto en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

El valor más alto de OD se obtuvo durante el monitoreo de febrero en el punto RNegu1, es así que el Río Neguache en la zona naciente del río alcanza una concentración máxima de 7.59 mg/L; mientras que en el punto RNegu2 (afluente de Samaya) la concentración más alta fue de 6.9 mg/L en el monitoreo de febrero; en el punto RNegu3 (afluente de Mapirishari) la concentración máxima fue de 7.4 mg/L y la concentración más alta en el punto RNegu4 (salida del Río Neguache) fue de 7.58 mg/L también en el monitoreo de febrero (época de avenida).

Por otro lado, la más mínima concentración de OD se registra de 6.03 en el punto RNegu2 (afluente de Samaya) durante el último monitoreo en agosto del 2019.

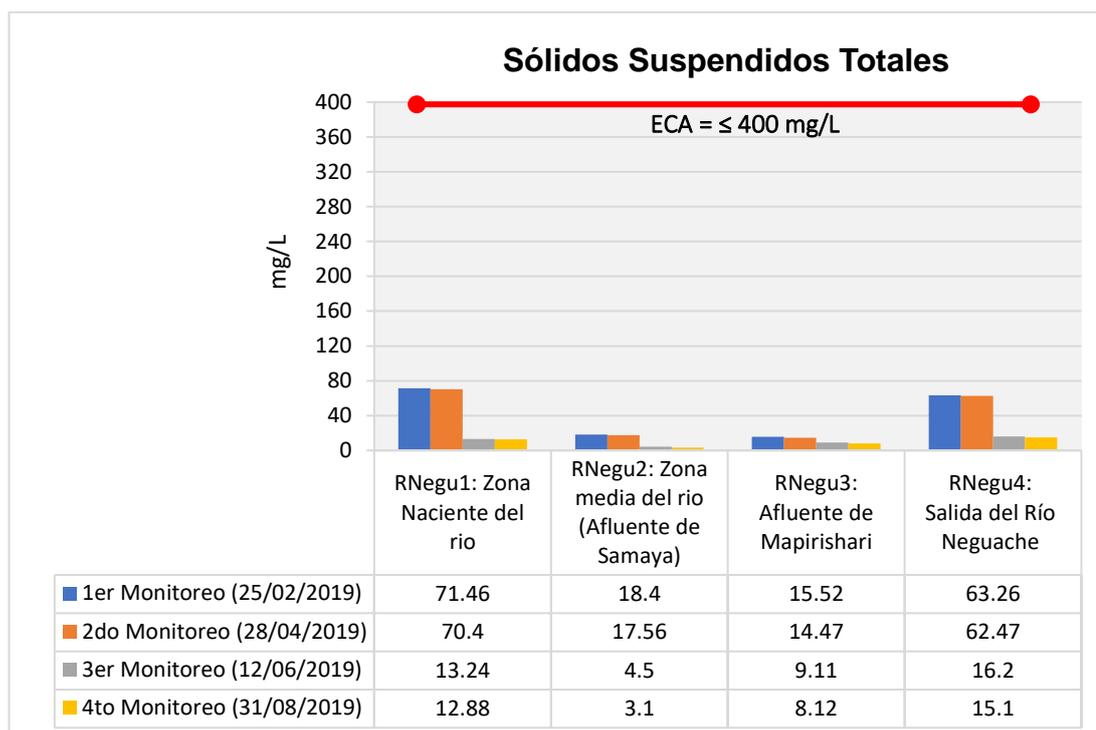
**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Oxígeno**

Disuelto, no supera los ECA para Agua que es de  $\geq 5$  mg/L, en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.

### h) Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Figura 12

Variación espacial y temporal de Sólidos Suspendidos Totales (SST)



Nota. La figura muestra las concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales en cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, la mayor concentración de SST se reportó en el punto RNegu1 durante el monitoreo de febrero, esto debido a la presencia de fuertes lluvias, repercutiendo en el incremento de SST, los cuales alcanzaron un valor máximo de 71.46 mg/L; mientras que la segunda concentración más alta se registra también en el punto RNegu1 en el mes de abril alcanzando 70.4 mg/L.

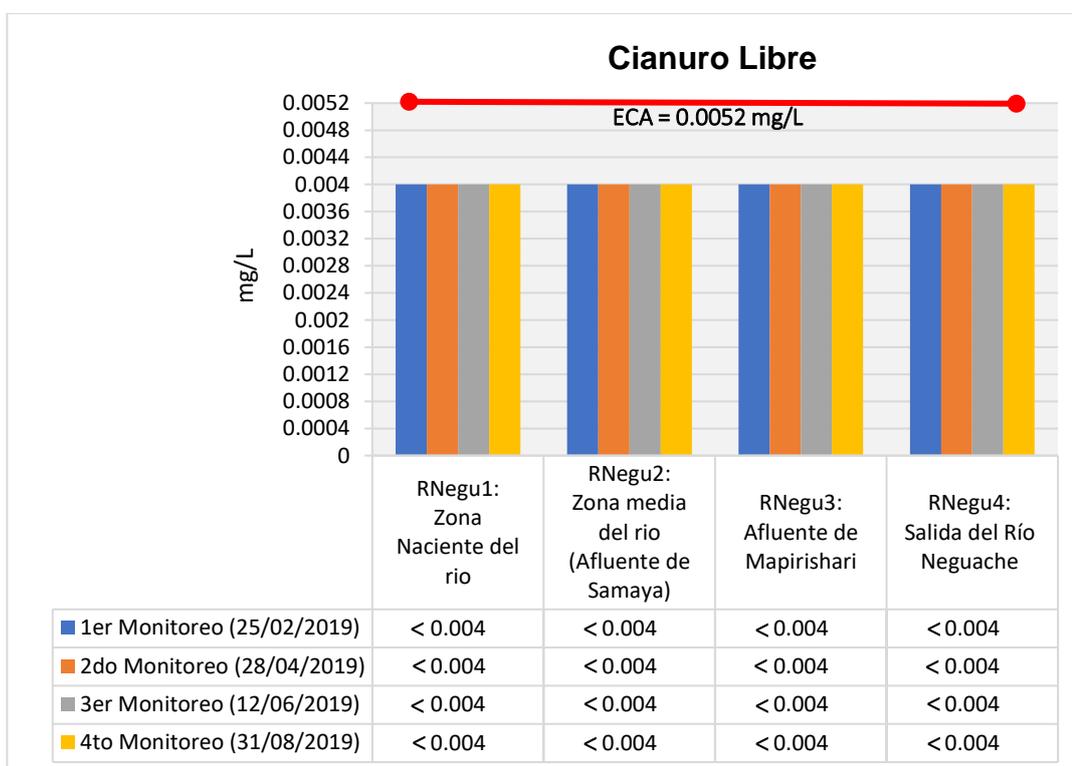
Por otro lado, la concentración más baja se observó en el punto RNegu2 afluente de Samaya, registrando 3.1 mg/L en el monitoreo de agosto del 2019.

De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico SST, no supera los ECA para Agua que es de  $\leq 400$  mg/L, en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.

### i) Cianuro Libre

Figura 13

Variación espacial y temporal del Cianuro Libre



Nota. La figura muestra las concentraciones de Cianuro Libre en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

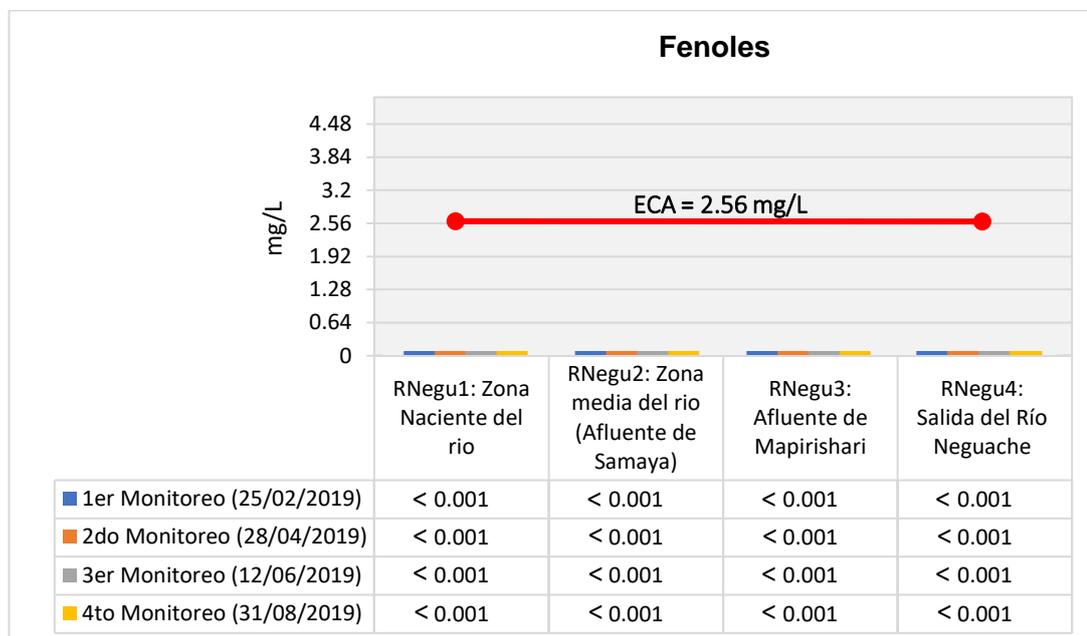
Como se observa, no se registraron variaciones significativas de concentraciones de Cianuro Libre con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a  $<0,004$  mg/L en todos los monitoreos realizados.

De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Cianuro Libre no supera los ECA para Agua que es de  $0,0052$  mg/L en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.

## j) Fenoles

Figura 14

Variación espacial y temporal de Fenoles



Nota. La figura muestra las concentraciones de Fenoles en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

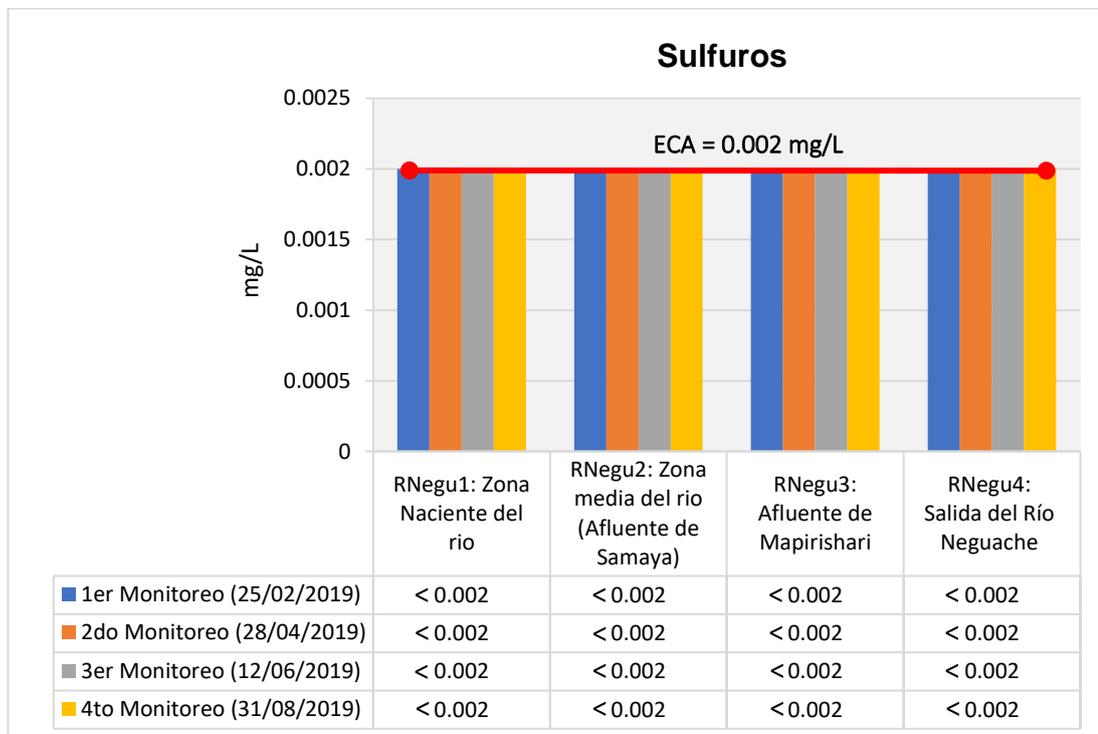
Como se observa, no se registraron variaciones significativas de concentraciones de Fenoles con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a <0,001 mg/L en todos los monitoreos realizados.

De la comparación de los obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Fenoles no supera los ECA para Agua que es de 2,56 mg/L en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.

## k) Sulfuros

Figura 15

Variación espacial y temporal de Sulfuros



Nota. La figura muestra las concentraciones de Sulfuros en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

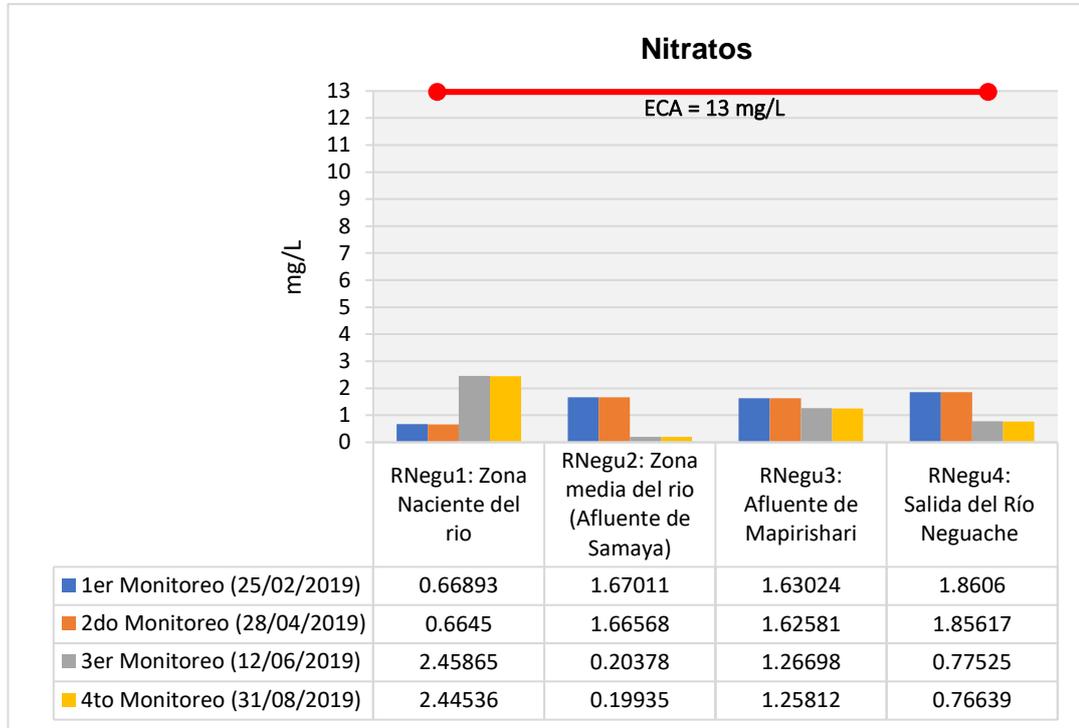
Como podemos observar no se presentaron variaciones significativas de concentraciones de Sulfuros con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a <0,002 mg/L en todos los monitoreos realizados.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Sulfuros no supera los ECA para Agua que es de 0,002 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## I) Nitratos

Figura 16

Variación espacial y temporal de Nitratos



Nota. La figura muestra las concentraciones de Nitratos en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, el punto RNegu1 (zona naciente del río), presenta mayor concentración de Nitratos 2.45865 mg/L en el monitoreo de junio del 2019 (época de estiaje).

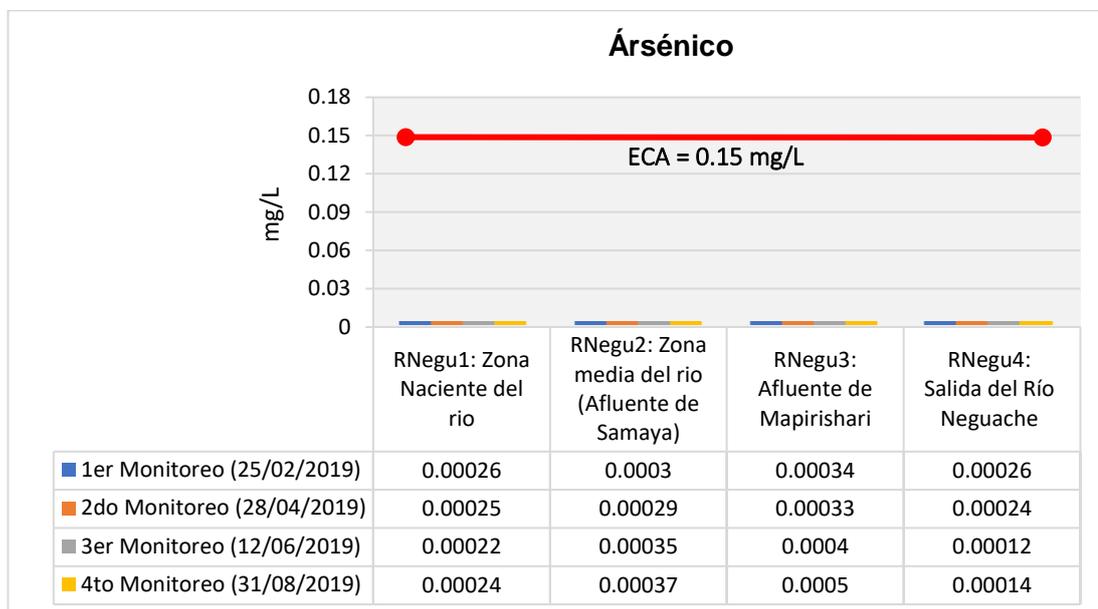
Por otro lado, podemos ver que el punto RNegu2 en el afluente de Samaya presenta menores concentraciones de Nitratos, llegando a un valor mínimo de 0.19935 mg/L durante el monitoreo de agosto del 2019.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro fisicoquímico Nitratos, no supera los ECA para Agua que es de 13 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## m) Arsénico

Figura 17

Variación espacial y temporal de Arsénico



*Nota.* La figura muestra las concentraciones de Arsénico en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, el punto RNegu3 (afluente de Mapirishari), presenta mayor concentración de Arsénico 0.0005 mg/L en el monitoreo de agosto del 2019 (época de estiaje).

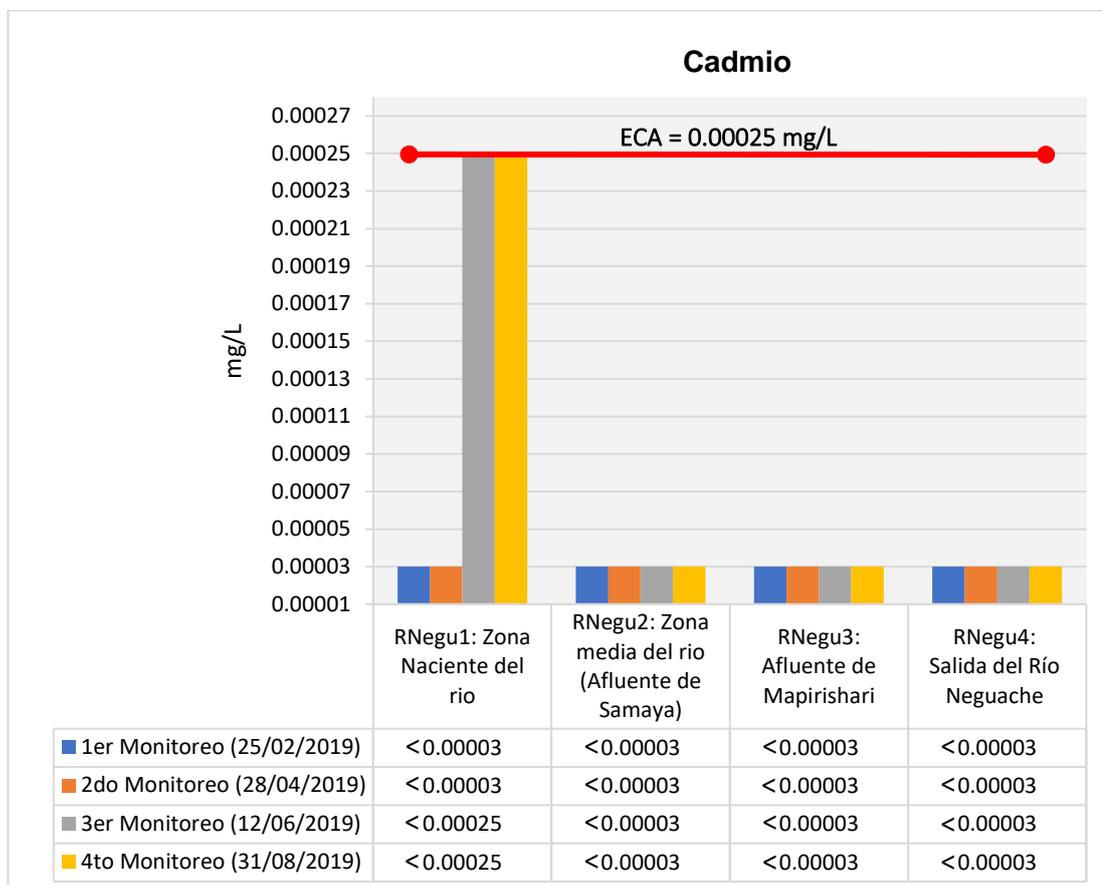
Así también, podemos ver que el punto RNegu4 a la salida del Río Neguache presenta menores concentraciones de Arsénico, llegando a un valor mínimo de 0.00012 mg/L durante el monitoreo de junio del 2019.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Arsénico, no supera los ECA para Agua que es de 0.15 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## n) Cadmio

Figura 18

Variación espacial y temporal de Cadmio



Nota. La figura muestra las concentraciones de Cadmio en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

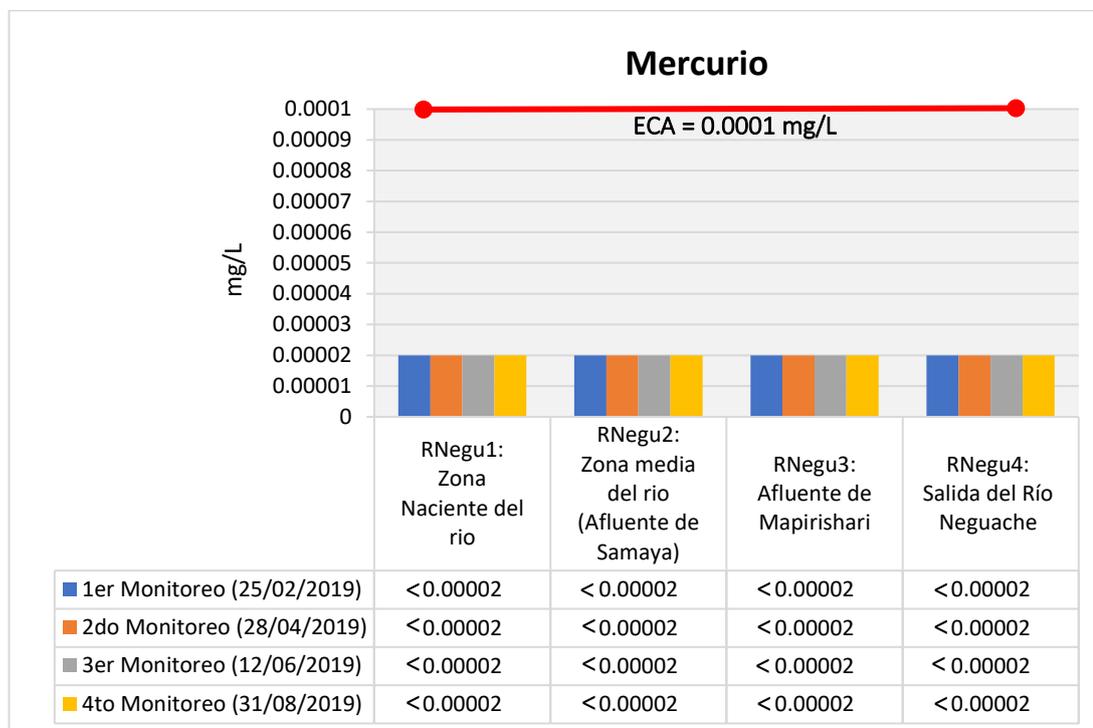
Como se observa, no se registraron variaciones significativas de concentraciones de Cadmio con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a  $<0.00003$  mg/L en todos los monitoreos realizados, a excepción del punto RNegu1 en la cual se registró el valor de  $0.00025$  mg/L durante los monitoreos de junio y agosto del 2019.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Cadmio, no supera los ECA para Agua que es de  $0.00025$  mg/L, en ninguna de las cuatro (04) campañas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## o) Mercurio

Figura 19

Variación espacial y temporal de Mercurio



*Nota.* La figura muestra las concentraciones de Mercurio en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

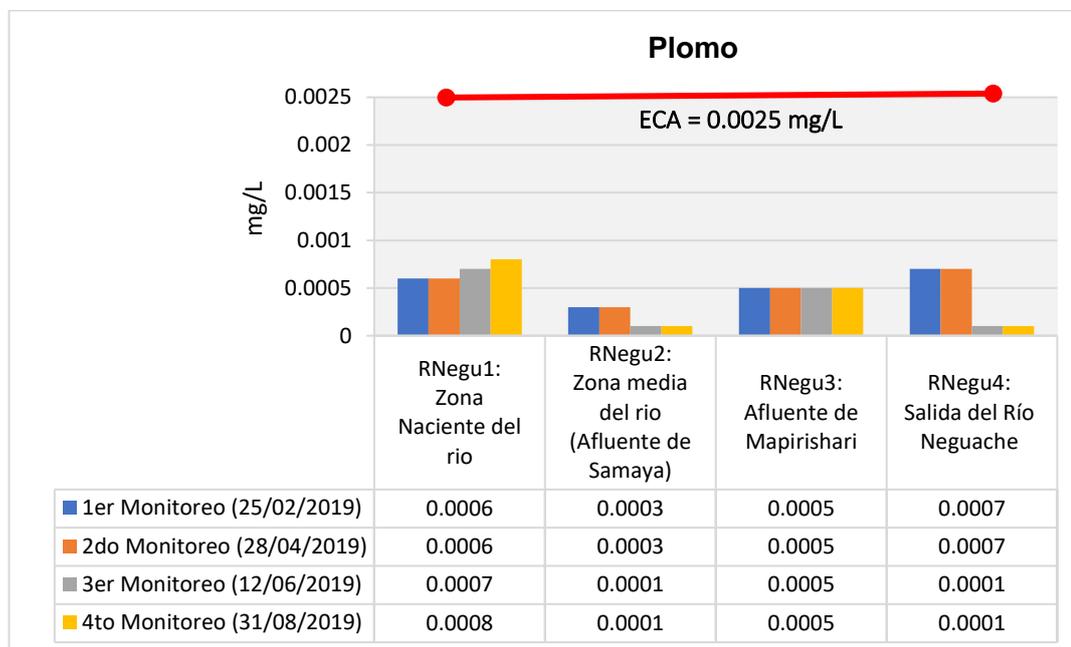
Como se observa, no se registraron variaciones significativas de concentraciones de Mercurio con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a <0.00002 mg/L en todos los monitoreos realizados.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Mercurio, no supera los ECA para Agua que es de 0.0001 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## p) Plomo

Figura 20

Variación espacial y temporal de Plomo



Nota. La figura muestra las concentraciones de Plomo en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, el punto RNegu1 (zona naciente del río), presenta mayor concentración de Plomo 0.0008 mg/L en el monitoreo de agosto del 2019 (época de estiaje).

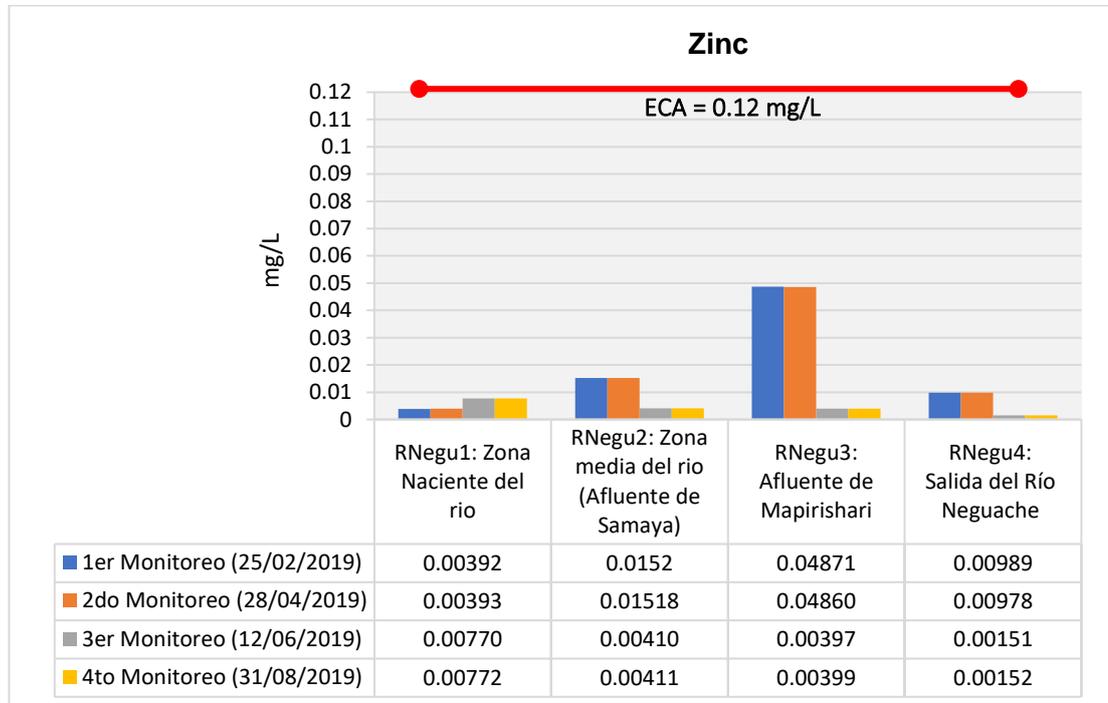
Por otro lado, podemos notar que en el punto RNegu2 (afluente de Samaya) se registraron las concentraciones de Plomo más bajas siendo <0.0001 mg/L en el monitoreo de junio y agosto del 2019.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Plomo, no supera los ECA para Agua que es de 0.0025 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## q) Zinc

Figura 21

Variación espacial y temporal de Zinc



*Nota.* La figura muestra las concentraciones de Zinc en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, la concentración máxima de Zinc fue de 0.04871 mg/L registrado en el punto RNegu3 (afluente de Mapirishari) en el monitoreo de febrero del 2019.

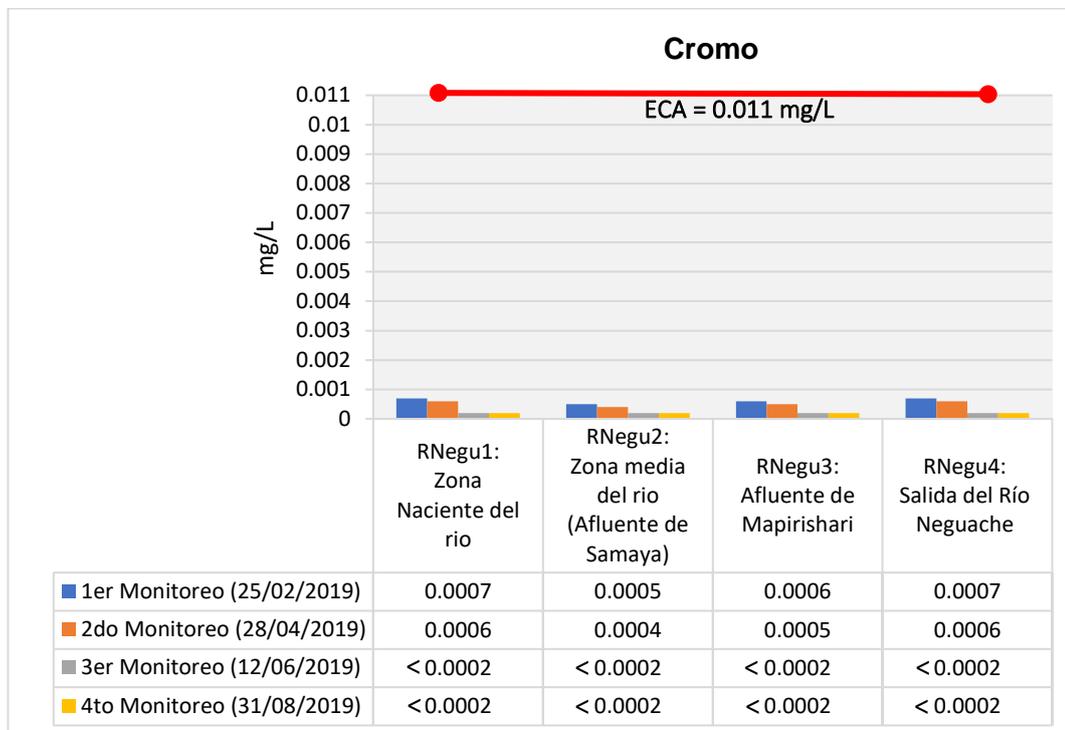
Por otro lado, podemos ver que la concentración mínima de Plomo fue de 0.00151 mg/L registrado en el punto RNegu4 (salida del Río Neguache) durante el monitoreo de junio del 2019 (época de estiaje).

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Zinc, no supera los ECA para Agua que es de 0.12 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## r) Cromo

Figura 22

Variación espacial y temporal de Cromo



Nota. La figura muestra las concentraciones de Cromo en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, la concentración máxima de Cromo fue de 0.0007 mg/L registrado en el punto RNegu1 (zona naciente del río) y en el punto RNegu4 (salida del Río Neguache) en el monitoreo de febrero del 2019.

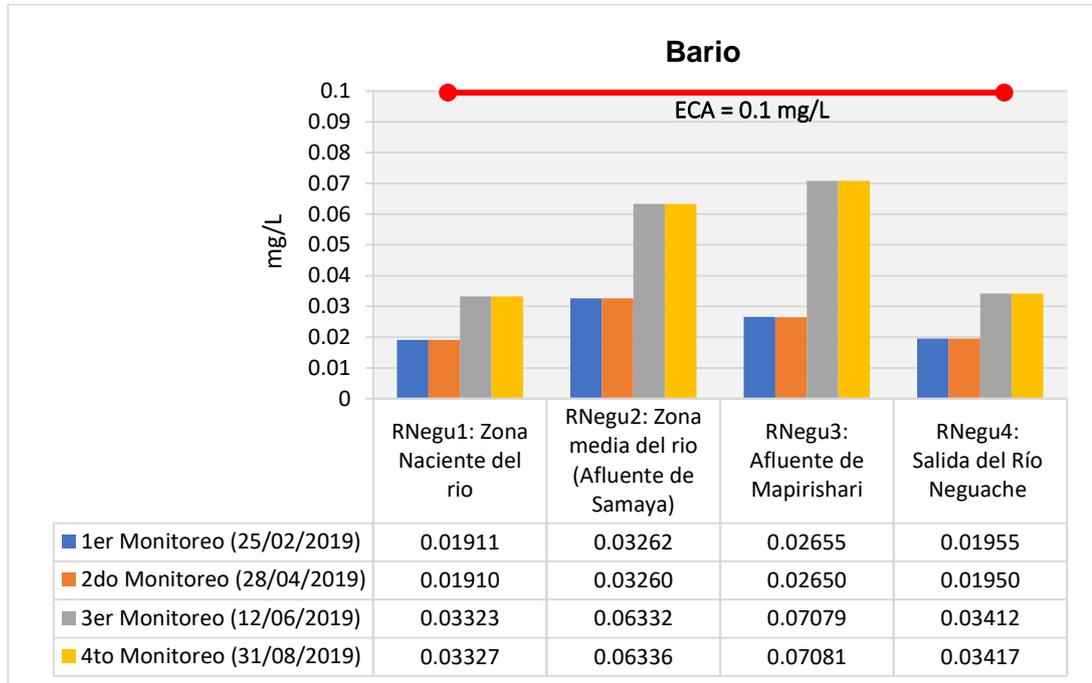
Por otro lado, podemos notar que la concentración mínima de Cromo fue de <0.0002 mg/L registrado en los puntos RNegu1, RNegu2, RNegu3 y RNegu4 durante el monitoreo de junio y agosto del 2019 (época de estiaje).

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Cromo, no supera los ECA para Agua que es de 0.011 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## s) Bario

Figura 23

Variación espacial y temporal de Bario



*Nota.* La figura muestra las concentraciones de Bario en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, la concentración máxima de Bario fue de 0.07081 mg/L registrado en el punto RNegu3 (afluente de Mapirishari) en el monitoreo de agosto del 2019.

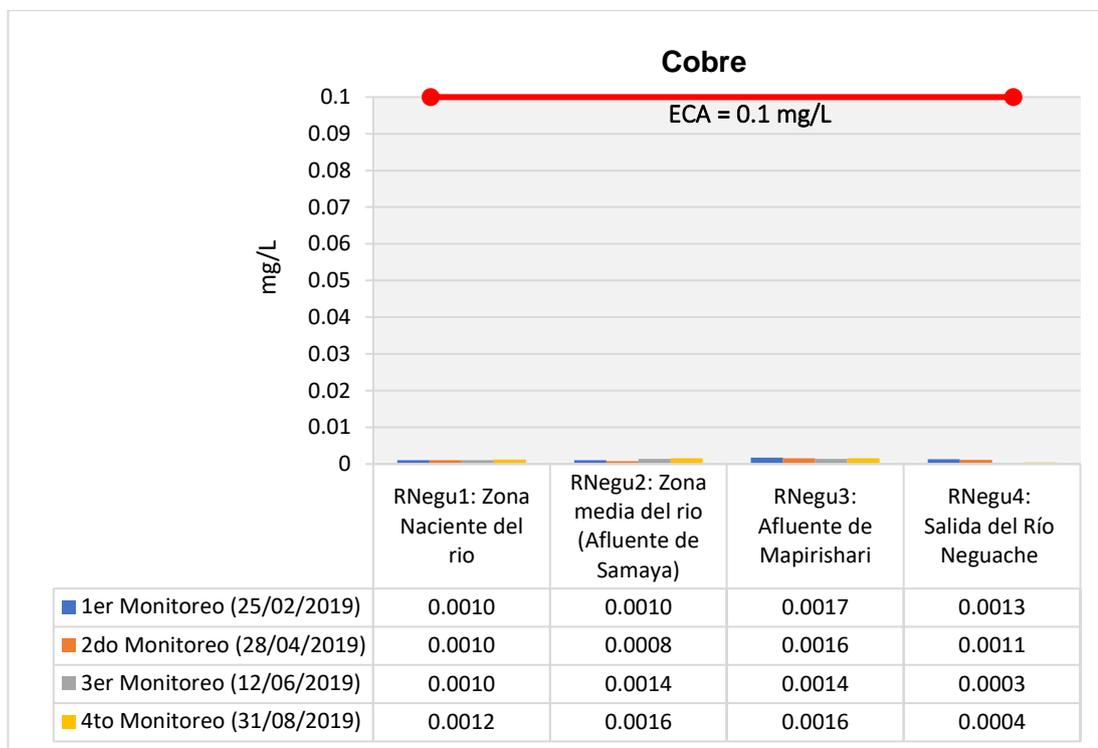
Por otro lado, podemos notar que la concentración mínima de Bario fue de 0.01910 mg/L registrado en el punto RNegu1 (zona naciente del Río Neguache) en monitoreo de abril del 2019 (época de avenida).

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Bario, no supera los ECA para Agua que es de 1 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## t) Cobre

Figura 24

Variación espacial y temporal de Cobre



Nota. La figura muestra las concentraciones de Cobre en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, la concentración máxima de Cobre fue de 0.0017 mg/L registrado en el punto RNegu3 (afluente de Mapirishari) en el monitoreo de febrero del 2019 (época de avenida).

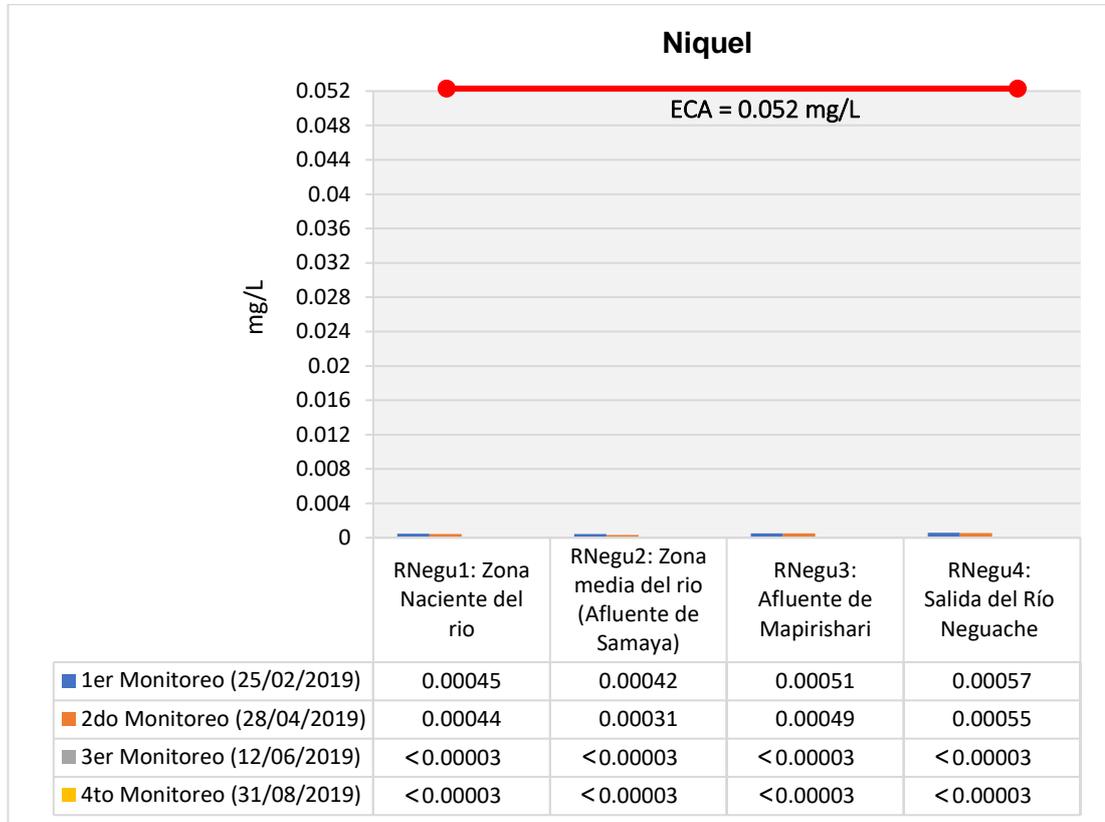
Por otro lado, podemos notar que la concentración mínima de Cobre fue de 0.0003 mg/L registrado en el punto RNegu4 (salida del Río Neguache) en el monitoreo de junio del 2019 (época de estiaje).

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Cobre, no supera los ECA para Agua que es de 0.1 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## u) Níquel

Figura 25

Variación espacial y temporal de Níquel



Nota. La figura muestra las concentraciones de Níquel en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje.

Como se observa, la concentración máxima de Níquel fue de 0.00057 mg/L registrado en el punto RNegu4 (salida del Río Neguache) en el monitoreo de febrero del 2019 (época de avenida).

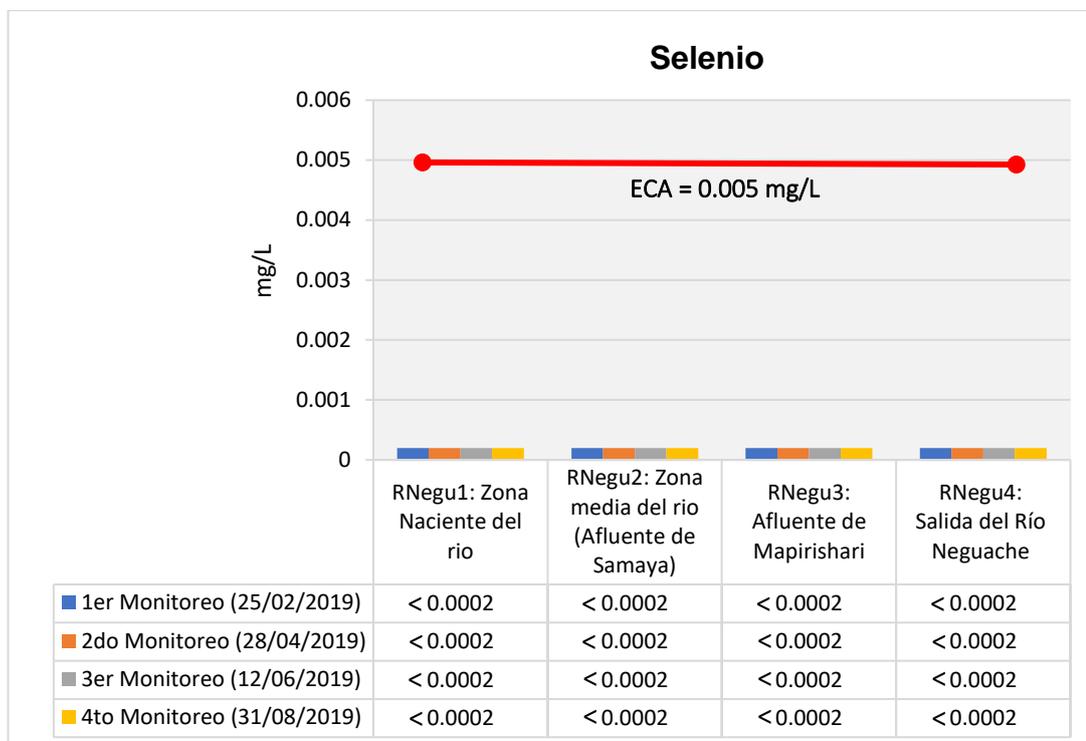
Por otro lado, podemos notar que la concentración más baja de Níquel fue de <0.00003 mg/L registrado en los puntos RNegu1, RNegu2, RNegu3 y RNegu4 durante los monitoreos de junio y agosto del 2019 (época de estiaje).

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Níquel, no supera los ECA para Agua que es de 0.052 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## v) Selenio

Figura 26

Variación espacial y temporal de Selenio



*Nota.* La figura muestra las concentraciones de Selenio en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje. Fuente: Elaboración propia de la tesista (2019).

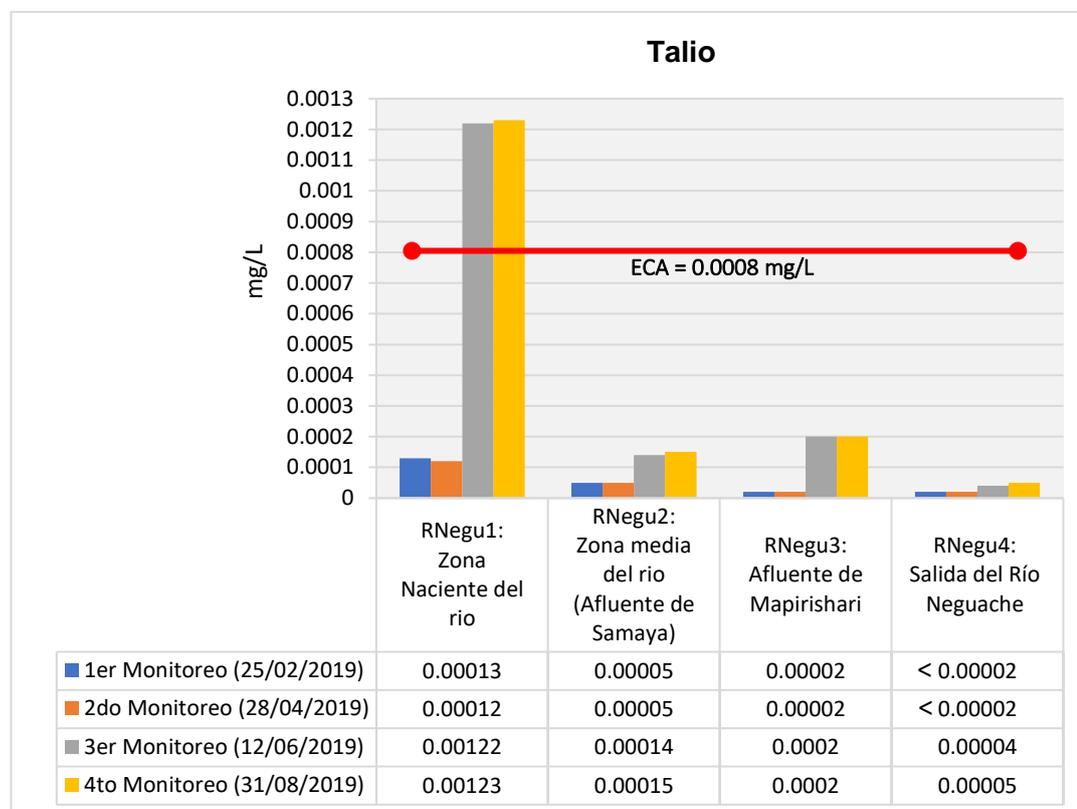
Como se observa, no se presentaron variaciones significativas de concentraciones de Selenio con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a <0.0002 mg/L en todos los monitoreos realizados.

**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Selenio, no supera los ECA para Agua que es de 0.005 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.**

## w) Talio

Figura 27

Variación espacial y temporal de Talio



*Nota.* La figura muestra las concentraciones de Talio en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje. Fuente: Elaboración propia de la tesista (2019).

Como se observa la concentración máxima de Talio fue de 0.00123 mg/L registrado en el punto RNegu1 (zona naciente del río) en el monitoreo de agosto del 2019 (época de estiaje).

Por otro lado, podemos notar que la concentración más baja de Talio fue de <0.00002 mg/L registrado en el punto RNegu4 (salida del Río Neguache) durante el monitoreo de febrero y abril del 2019 (época de avenida).

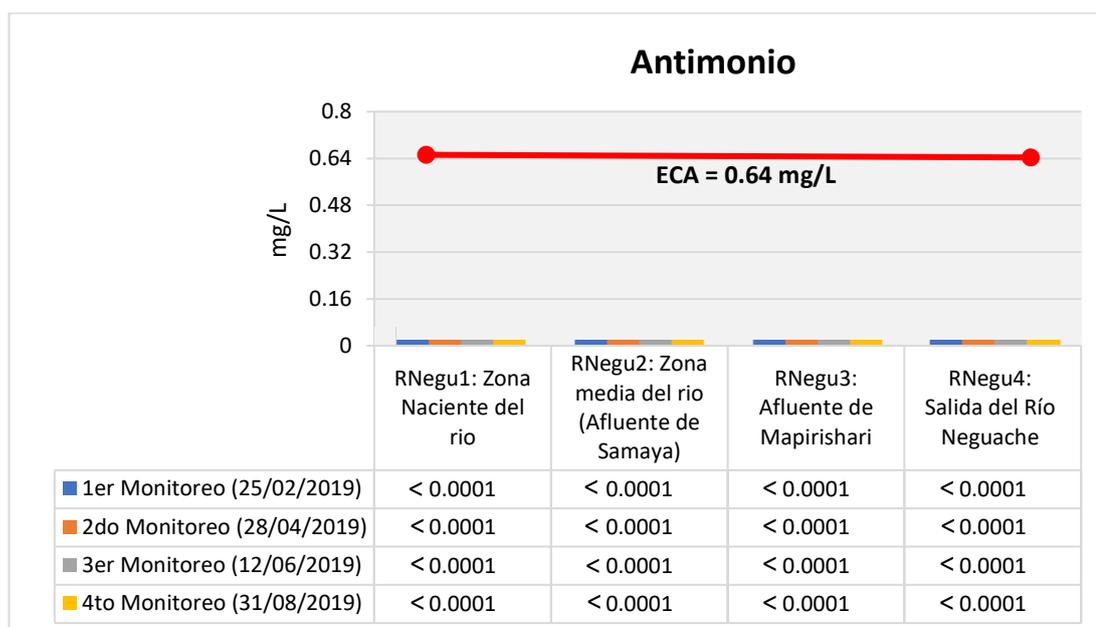
**De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Talio, supera los ECA para Agua que es de 0.0008 mg/L; en el punto RNegu1 se registró**

0.00122 mg/L en el 3.º monitoreo realizado en junio del 2019 y 0.00123 mg/L en el 4.º monitoreo realizado en agosto del 2019.

### x) Antimonio

Figura 28

Variación espacial y temporal de Antimonio



Nota. La figura muestra las concentraciones de Antimonio en los cuatro (04) puntos de monitoreo de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje. Fuente: Elaboración propia de la tesista (2019).

Como se observa, no se presentaron variaciones significativas de concentraciones de Antimonio con respecto a cada punto, registrando valores inferiores a <0.0001 mg/L en todos los monitoreos realizados.

De la comparación de los resultados obtenidos con el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva, se concluye que el parámetro inorgánico Antimonio, no supera los ECA para Agua que es de 0.64 mg/L, en ninguna de las cuatro (04) fechas de monitoreo que se realizó en el Río Neguache.

#### 4.1.2. Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE)

##### a) Índice de calidad de agua en la estación de monitoreo RNegu1

**Tabla 7**

Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu1 - Zona Naciente del Río Neguache

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu1				
Parámetros a Evaluar		ECA Cat. 4	1° Monitoreo (25/02/2019)	2° Monitoreo (28/04/2019)	3° Monitoreo (12/06/2019)	4° Monitoreo (31/08/2019)	
<b>PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS</b>	Potencial de Hidrógeno (pH)	-	6,5 a 9,0	6,2	6,1	7,90	8,84
	Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	333	330	180	171
	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	1,2	1,2	<0,5	<0,5
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10	<2,0	<2,00	<2,0	<2,0
	Fósforo total	mg/L	0,05	0,070	0,069	0,043	0,042
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	$\geq$ 5	7,59	7,58	7,33	7,31
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	$\leq$ 400	71,46	70,40	13,24	12,88
	Cianuro Libre	mg/L	0,0052	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
	Fenoles	mg/L	2,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Sulfuros	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	13	0,66893	0,6645	2,45865	2,44536
<b>PARÁMETROS INORGÁNICOS</b>	Arsénico	mg/L	0,15	0,00026	0,00025	0,00022	0,00024
	Cadmio	mg/L	0,00025	<0,00003	<0,00003	0,00025	0,00025
	Mercurio	mg/L	0,0001	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
	Plomo	mg/L	0,0025	0,0006	0,0006	0,0007	0,0008
	Zinc	mg/L	0,12	0,00392	0,00393	0,00770	0,00772
	Cromo	mg/L	0,011	0,0007	0,0006	<0,0002	<0,0002
	Bario	mg/L	1	0,01911	0,01910	0,03323	0,03327
	Cobre	mg/L	0,1	0,0010	0,0010	0,0010	0,0012
	Níquel	mg/L	0,052	0,00045	0,00044	<0,00003	<0,00003
Selenio	mg/L	0,005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu1			
Parámetros a Evaluar		ECA Cat. 4	1° Monitoreo	2° Monitoreo	3° Monitoreo	4° Monitoreo
			(25/02/2019)	(28/04/2019)	(12/06/2019)	(31/08/2019)
Talio	mg/L	0,0008	0,00013	0,00012	0,00122	0,00123
Antimonio	mg/L	0,64	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			3		
	Número Total de parámetros a Evaluar			23		
	Número de datos que NO cumplen el ECA			6		
	Número Total de Datos			92		

Nota. Elaborado por la tesista con datos obtenidos de los resultados de monitoreo de agua del Río Neguache.

Los valores sombreados de amarillo, representan a los datos que no cumplen los ECA agua para “**Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de Selva**”.

La Tabla 7, nos muestra de forma detallada y ordenada los resultados de los parámetros evaluados en el punto RNegu1 durante las cuatro (04) fechas de monitoreo, entre los que se encuentran: pH, Conductividad, Aceites y Grasas (MEH), DBO<sub>5</sub>, Fósforo total, OD, SST, Cianuro Libre, Fenoles, Sulfuros, Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Zinc, Cromo, Bario, Cobre, Níquel, Selenio, Talio y Antimonio, todos referentes a la “Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de Selva”, obteniendo un total de noventa y dos (92) datos, de los cuales seis (06) datos correspondiente a tres (03) parámetros (pH, Fósforo Total y Talio) no cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua

**Tabla 8**

*Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu1 - Zona Naciente del Río Neguache*

		F1	13,043		
		F2	6,522		
<b>CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-PE EXCEDENTES DE CADA PARÁMETRO EN CADA MONITOREO</b>	Potencial de Hidrógeno (pH)	-	0,048	0,066	
	Conductividad	(µS/cm)			
	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L			
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L			
	Fósforo total	mg/L	0,4	0,38	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L			
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L			
	Cianuro Libre	mg/L			
	Fenoles	mg/L			
	Sulfuros	mg/L			
	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L			
	Arsénico	mg/L			
	Cadmio	mg/L			
	Mercurio	mg/L			
	Plomo	mg/L			
	Zinc	mg/L			
	Cromo	mg/L			
	Bario	mg/L			
	Cobre	mg/L			
	Níquel	mg/L			
	Selenio	mg/L			
	Talio	mg/L		0,525	0,5375
	Antimonio	mg/L			
<b>Sumatoria de los excedentes</b>			0,021		
		<b>F3</b>	2,057		
<b>ICA-PE</b>			91		
			<b>EXCELENTE</b>		

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{13.043^2 + 6.522^2 + 2.057^2}{3}} = 91.4973 = 91$$

En la Tabla 8, se muestra los resultados del cálculo de excedentes de los seis (06) datos que no cumplieron con los ECA agua, la suma normalizada de excedentes y los valores de los tres (03) factores (F1: alcance, F2: frecuencia y F3: amplitud), mediante los cuales se determinó el índice de calidad de agua del Río Neguache en el punto RNegu1, alcanzando un valor único de 91, el mismo que se encuentra entre el rango de 90 a 100 que define un ICA de calidad de agua EXCELENTE, caracterizado por el color azul, asegurando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

## b) Índice de calidad de agua en el punto de monitoreo RNegu2

Tabla 9

Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu2 - Zona media del río (Afluente de Samaya)

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu2				
Parámetros a Evaluar		ECA Cat. 4	1° Monitoreo (25/02/2019)	2° Monitoreo (28/04/2019)	3° Monitoreo (12/06/2019)	4° Monitoreo (31/08/2019)	
PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	-	6,5 a 9,0	6,6	6,6	7,75	7,70
	Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	101	100	180	171
	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	Fósforo total	mg/L	0,05	0,066	0,065	0,092	0,091
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	6,90	6,83	6,04	6,03
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤ 400	18,40	17,56	4,5	3,1
	Cianuro Libre	mg/L	0,0052	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
	Fenoles	mg/L	2,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Sulfuros	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	13	1,67011	1,66568	0,20378	0,19935
PARÁMETROS INORGÁNICOS	Arsénico	mg/L	0,15	0,00030	0,00029	0,00035	0,00037
	Cadmio	mg/L	0,00025	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
	Mercurio	mg/L	0,0001	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
	Plomo	mg/L	0,0025	0,0003	0,0003	<0,0001	<0,0001
	Zinc	mg/L	0,12	0,01520	0,01518	0,00410	0,00411
	Cromo	mg/L	0,011	0,0005	0,0004	<0,0002	<0,0002
	Bario	mg/L	1	0,03262	0,03260	0,06332	0,06336

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu2			
Parámetros a Evaluar	ECA Cat. 4	1° Monitoreo (25/02/2019)	2° Monitoreo (28/04/2019)	3° Monitoreo (12/06/2019)	4° Monitoreo (31/08/2019)	
Cobre	mg/L 0,1	0,0010	0,0008	0,0014	0,0016	
Níquel	mg/L 0,052	0,00042	0,00031	<0,00003	<0,00003	
Selenio	mg/L 0,005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	
Talio	mg/L 0,0008	0,00005	0,00005	0,00014	0,00015	
Antimonio	mg/L 0,64	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
<b>DATOS</b>	Número de parámetros que NO cumplen				1	
	Número Total de parámetros a Evaluar				23	
	Número de datos que NO cumplen el ECA				4	
	Número Total de Datos				92	

Nota. Elaborado por la tesista con datos obtenidos de los resultados de monitoreo de agua del Río Neguache.

Los valores sombreados de amarillo, representan a los datos que no cumplen los ECA agua para “**Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de Selva**”.

La Tabla 9, nos muestra de forma detallada y ordenada los resultados de los parámetros evaluados en el punto RNegu2 durante las cuatro (04) fechas de monitoreo, entre los que se encuentran: pH, Conductividad, Aceites y Grasas (MEH), DBO<sub>5</sub>, Fósforo total, OD, SST, Cianuro Libre, Fenoles, Sulfuros, Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Zinc, Cromo, Bario, Cobre, Níquel, Selenio, Talio y Antimonio, todos referentes a la “Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de Selva”, obteniendo un total de noventa y dos (92) datos, de los cuales cuatro (04) datos correspondiente a un (01) parámetro (Fósforo Total) no cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua.

**Tabla 10**

*Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu2 - Zona media del río (Afluente de Samaya)*

		F1	4,348				
		F2	4,348				
	Potencial de Hidrógeno (pH)	-					
	Conductividad	(µS/cm)					
	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L					
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L					
	Fósforo total	mg/L	0,32	0,3	0,84	0,82	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L					
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L					
	Cianuro Libre	mg/L					
<b>CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA- PE EXCEDENTES DE CADA PARÁMETRO EN CADA MONITOREO</b>	Fenoles	mg/L					
	Sulfuros	mg/L					
	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L					
	Arsénico	mg/L					
	Cadmio	mg/L					
	Mercurio	mg/L					
	Plomo	mg/L					
	Zinc	mg/L					
	Cromo	mg/L					
	Bario	mg/L					
	Cobre	mg/L					
	Níquel	mg/L					
	Selenio	mg/L					
	Talio	mg/L					
	Antimonio	mg/L					
	<b>Sumatoria de los excedentes</b>			0,025			
			<b>F3</b>	2,439			
				96			
	<b>ICA-PE</b>			<b>EXCELENTE</b>			

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{4.348^2 + 4.348^2 + 2.439^2}{3}} = 96.18079 = 96$$

En la Tabla 10, se muestra los resultados del cálculo de excedentes de los cuatro (04) datos que no cumplieron con los ECA agua, la suma normalizada de excedentes y los valores de los tres (03) factores (F1: alcance, F2: frecuencia y F3: amplitud), mediante los cuales se determinó el índice de calidad de agua del Río Neguache en el punto RNegu2, alcanzando un valor único de 96, el mismo que se encuentra entre el rango de 90 a 100 que define un ICA de calidad de agua EXCELENTE, caracterizado por el color azul, asegurando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

### c) Índice de calidad de agua en el punto de monitoreo RNegu3

Tabla 11

Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu3 - Afluente de Mapirishari

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu3				
Parámetros a Evaluar		ECA	1° Monitoreo	2° Monitoreo	3° Monitoreo	4° Monitoreo	
		Cat. 4	(25/02/2019)	(28/04/2019)	(12/06/2019)	(31/08/2019)	
Potencial de Hidrógeno (pH)	-	6,5 a 9,0	6,8	6,9	7,80	7,90	
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	72	70	200	199	
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
Fósforo total	mg/L	0,05	0,053	0,050	0,105	0,102	
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	7,40	7,38	6,94	6,92	
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤ 400	15,52	14,47	9,11	8,12	
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	
Fenoles	mg/L	2,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Sulfuros	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	13	1,63024	1,62581	1,26698	1,25812	
Arsénico	mg/L	0,15	0,00034	0,00033	0,0004	0,0005	
Cadmio	mg/L	0,00025	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	
Mercurio	mg/L	0,0001	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	
Plomo	mg/L	0,0025	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
Zinc	mg/L	0,12	0,04871	0,04860	0,00397	0,00399	
Cromo	mg/L	0,011	0,0006	0,0005	<0,0002	<0,0002	
Bario	mg/L	1	0,02655	0,02650	0,07079	0,07081	

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu3				
Parámetros a Evaluar		ECA	1° Monitoreo	2° Monitoreo	3° Monitoreo	4° Monitoreo	
		Cat. 4	(25/02/2019)	(28/04/2019)	(12/06/2019)	(31/08/2019)	
Cobre	mg/L	0,1	0,0017	0,0016	0,0014	0,0016	
Níquel	mg/L	0,052	0,00051	0,00049	<0,00003	<0,00003	
Selenio	mg/L	0,005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	
Talio	mg/L	0,0008	0,00002	0,00002	0,0002	0,0002	
Antimonio	mg/L	0,64	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen				1		
	Número Total de parámetros a Evaluar				23		
	Número de datos que NO cumplen el ECA				3		
	Número Total de Datos				92		

Nota. Elaborado por la tesista con datos obtenidos de los resultados de monitoreo de agua del Río Neguache.

Los valores sombreados de amarillo, representan a los datos que no cumplen los ECA agua para “**Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de Selva**”.

La Tabla 11, nos muestra de forma detallada y ordenada los resultados de los parámetros evaluados en el punto RNegu3 durante las cuatro (04) fechas de monitoreo, entre los que se encuentran: pH, Conductividad, Aceites y Grasas (MEH), DBO<sub>5</sub>, Fósforo total, OD, SST, Cianuro Libre, Fenoles, Sulfuros, Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Zinc, Cromo, Bario, Cobre, Níquel, Selenio, Talio y Antimonio, todos referentes a la “Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de Selva”, obteniendo un total de noventa y dos (92) datos, de los cuales tres (03) datos correspondiente a un (01) parámetro (Fósforo Total) no cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua.

**Tabla 12**

*Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu3 - Afluente de Mapirishari*

		F1	4,348		
		F2	3,261		
	Potencial de Hidrógeno (pH)	-			
	Conductividad	(μS/cm)			
	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L			
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L			
	Fósforo total	mg/L	0,06	1,1 1,04	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L			
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L			
	Cianuro Libre	mg/L			
	Fenoles	mg/L			
<b>CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-PE EXCEDENTES DE CADA PARÁMETRO EN CADA MONITOREO</b>	Sulfuros	mg/L			
	Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/L			
	Arsénico	mg/L			
	Cadmio	mg/L			
	Mercurio	mg/L			
	Plomo	mg/L			
	Zinc	mg/L			
	Cromo	mg/L			
	Bario	mg/L			
	Cobre	mg/L			
	Níquel	mg/L			
	Selenio	mg/L			
	Talio	mg/L			
	Antimonio	mg/L			
	<b>Sumatoria de los excedentes</b>			0,024	
			F3	2,344	
			97		
<b>ICA-PE</b>			<b>EXCELENTE</b>		

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{4.348^2 + 3.261^2 + 2.344^2}{3}} = 96.58271 = 97$$

En la Tabla 12, se muestra los resultados del cálculo de excedentes de los tres (03) datos que no cumplieron con los ECA agua, la suma normalizada de excedentes y los valores de los tres (03) factores (F1: alcance, F2: frecuencia y F3: amplitud), mediante los cuales se determinó el índice de calidad de agua del Río Neguache en el punto RNegu3, alcanzando un valor único de 97, el mismo que se encuentra entre el rango de 90 a 100 que define un ICA de calidad de agua EXCELENTE, caracterizado por el color azul, asegurando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

## d) Índice de calidad de agua en el punto de monitoreo RNegu4

Tabla 13

Resultados de los cuatro (04) monitoreos en el punto RNegu4 - Salida del Río Neguache

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu4			
Parámetros a Evaluar	ECA Cat.	1° Monitoreo (25/02/2019)	2° Monitoreo (28/04/2019)	3° Monitoreo (12/06/2019)	4° Monitoreo (31/08/2019)	
Potencial de Hidrógeno (pH)	-	6,5 a 9,0	6,7	6,8	7,45	8.27
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	133	130	186	183
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10	<2,0	<2,0	<2,0	<2.0
Fósforo total	mg/L	0,05	0,068	0,067	0,042	0.041
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	7,58	7,53	7,47	7.46
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤ 400	63,26	62,47	16,2	15.1
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Fenoles	mg/L	2,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sulfuros	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	13	1,8606	1,85617	0,77525	0,76639
Arsénico	mg/L	0,15	0,00026	0,00024	0,00012	0,00014
Cadmio	mg/L	0,00025	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
Mercurio	mg/L	0,0001	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Plomo	mg/L	0,0025	0,0007	0,0007	0,0001	0,0001
Zinc	mg/L	0,12	0,00989	0,00978	0,00151	0,00152
Cromo	mg/L	0,011	0,0007	0,0006	<0,0002	<0,0002
Bario	mg/L	1	0,01955	0,01950	0,03412	0,03417
Cobre	mg/L	0,1	0,0013	0,0011	0,0003	0,0004
Níquel	mg/L	0,052	0,00057	0,00055	<0,00003	<0,00003

PUNTOS DE MONITOREO			RNegu4			
Parámetros a Evaluar		ECA Cat.	1° Monitoreo	2° Monitoreo	3° Monitoreo	4° Monitoreo
		4	(25/02/2019)	(28/04/2019)	(12/06/2019)	(31/08/2019)
Selenio	mg/L	0,005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Talio	mg/L	0,0008	<0,00002	<0,00002	0,00004	0,00005
Antimonio	mg/L	0,64	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>DATOS</b>	Número de parámetros que NO cumplen			1		
	Número Total de parámetros a Evaluar			23		
	Número de datos que NO cumplen el ECA			2		
	Número Total de Datos			92		

*Nota.* Elaborado por la tesista con datos obtenidos de los resultados de monitoreo de agua del Río Neguache.

Los valores sombreados de amarillo, representan a los datos que no cumplen los ECA agua para “**Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de la Selva**”.

La Tabla 13, nos muestra de forma detallada y ordenada los resultados de los parámetros evaluados en el punto RNegu4 durante las cuatro (04) fechas de monitoreo, entre los que se encuentran: pH, Conductividad, Aceites y Grasas (MEH), DBO<sub>5</sub>, Fósforo total, OD, SST, Cianuro Libre, Fenoles, Sulfuros, Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Zinc, Cromo, Bario, Cobre, Níquel, Selenio, Talio y Antimonio, todos referentes a la “Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E2 Ríos de Selva”, obteniendo un total de noventa y dos (92) datos, de los cuales dos (02) datos correspondiente a un (01) parámetro (Fósforo Total) no cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua.

**Tabla 14**

*Cálculo de los excedentes, factores y el ICA-PE. Punto RNegu4 - Salida del Río Neguache*

		F1	4,348	
		F2	2,174	
	Potencial de Hidrógeno (pH)	-		
	Conductividad	(µS/cm)		
	Aceites y Grasas (MEH)	mg/L		
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L		
	Fósforo total	mg/L	0,36 0,34	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L		
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L		
	Cianuro Libre	mg/L		
	Fenoles	mg/L		
<b>CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-PE EXCEDENTES DE CADA PARÁMETRO EN CADA MONITOREO</b>	Sulfuros	mg/L		
	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L		
	Arsénico	mg/L		
	Cadmio	mg/L		
	Mercurio	mg/L		
	Plomo	mg/L		
	Zinc	mg/L		
	Cromo	mg/L		
	Bario	mg/L		
	Cobre	mg/L		
	Níquel	mg/L		
	Selenio	mg/L		
	Talio	mg/L		
	Antimonio	mg/L		
	<b>Sumatoria de los excedentes</b>			0,008
			F3	0,794
<b>ICA-PE</b>			97	
			<b>EXCELENTE</b>	

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{4.348^2 + 2.174^2 + 0.794^2}{3}} = 97.15618 = 97$$

En la Tabla 14, se muestra los resultados del cálculo de excedentes de los dos (02) datos que no cumplieron con los ECA agua, la suma normalizada de excedentes y los valores de los tres (03) factores (F1: alcance, F2: frecuencia y F3: amplitud), mediante los cuales se determinó el índice de calidad de agua del Río Neguache en el punto RNegu4, alcanzando un valor único de 97, el mismo que se encuentra entre el rango de 90 a 100 que define un ICA de calidad de agua EXCELENTE, caracterizado por el color azul, asegurando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### a) Prueba de normalidad

#### Hipótesis sobre normalidad

**H<sub>1</sub>**: Los valores del parámetro evaluado no tienen distribución normal.

**H<sub>0</sub>**: Los valores del parámetro evaluado tienen distribución normal.

**Nivel de significancia**

0,05

#### Formas de interpretar

Si el valor de p resulta inferior que 0,05 → se acepta la H<sub>1</sub>

Si el valor de p resulta superior que 0,05 → se acepta la H<sub>0</sub>

#### Estadístico utilizado

Se empleó la prueba de Shapiro -Wilk al analizar menos de 50 valores por cada parámetro.

Tabla 15

*Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk*

Parámetro	Unid.	Shapiro-Wilk			Interpretación
		Estadístico	gl	p	
Potencial de Hidrógeno (pH)	-	0,945	16	0,419	Normalidad
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	0,878	16	0,036	No normalidad
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	0,398	16	0,000	No normalidad
Fósforo total	mg/L	0,901	16	0,084	Normalidad
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,796	16	0,002	No normalidad
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	0,722	16	0,000	No normalidad
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0,940	16	0,343	Normalidad
Arsénico	mg/L	0,972	16	0,872	Normalidad
Cadmio	mg/L	0,398	16	0,000	No normalidad
Plomo	mg/L	0,886	16	0,047	No normalidad
Zinc	mg/L	0,634	16	0,000	No normalidad
Cromo	mg/L	0,781	16	0,002	No normalidad
Bario	mg/L	0,799	16	0,003	No normalidad
Cobre	mg/L	0,925	16	0,201	Normalidad
Níquel	mg/L	0,758	16	0,001	No normalidad
Talio	mg/L	0,537	16	0,000	No normalidad

*Nota.* Los indicadores DBO<sub>5</sub>, Cianuro Libre, Fenoles, Sulfuros, Mercurio, Selenio y Antimonio poseen valores constantes. Por lo cual se considerarán como no normales. Fuente: Elaborado por la tesista.

## Interpretación

De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, se aprecia que los valores de los parámetros de PH, fósforo total, nitratos, arsénico, y cobre tienen distribución normal ( $p > 0,05$ ). Los demás parámetros evaluados no poseen distribución normal ( $p < 0,05$ ).

### b) Prueba de hipótesis

**H<sub>1</sub>:** La evaluación de los Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) demuestran que el Río Neguache es de mala calidad en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira – Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.

**H<sub>0</sub>:** La evaluación de los Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) demuestran que el Río Neguache no es de mala calidad en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.

### Nivel de significancia

0,05

### Formas de interpretar

Si el valor de  $p$  resulta inferior que 0,05  $\rightarrow$  se acepta la H<sub>1</sub>.

Si el valor de  $p$  resulta superior que 0,05  $\rightarrow$  se acepta la H<sub>0</sub>.

A su vez se deben considerar los siguientes valores que adopta el  $p$  de acuerdo a la evaluación de cada parámetro.

Tabla 16

*Formas que adopta el valor de  $p$  dependiente del parámetro evaluado*

Hipótesis alterna de acuerdo a cada parámetro	Signo de la T o Z	Formas que adopta el valor $p$
Parámetro evaluado > ECA	+	$p/2$
Parámetro evaluado > ECA	-	$1 - (p/2)$
Parámetro evaluado < ECA	+	$1 - (p/2)$
Parámetro evaluado < ECA	-	$p/2$

Nota. Elaborado por la tesista.

## Estadístico utilizado

Dependiendo de si el parámetro analizado tiene distribución de valores normales o no normales, se empleó la prueba paramétrica de T de Student para una muestra y la prueba no paramétrica de Wilcoxon para una muestra, ambos de una cola.

**Tabla 17**

*Prueba de T de Student y de Wilcoxon*

Parámetros	Medida central <sup>a</sup>	ECA Cat. 4 E2 Ríos Selva	Estadístico utilizado		p	p *
			T	Z <sup>b</sup>		
Potencial de Hidrógeno (pH)	7,269	6,5 a 9,0	ECA 6,5 = 3,908 ECA 9,0 = -8,790		ECA 6,5 = 0,001 ECA 9 = 0,000	0.9995 1
Conductividad	175,50	1000 µS/cm		-3,517	0,000	1
Aceites y Grasas (MEH)	0,50	5,0 mg/L		-3,819	0,000	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	2,00	10 mg/L		-4,000	0,000	1
Fósforo total	<b>0,0666</b>	0,05 mg/L	3,106		0,007	0.0035
Oxígeno Disuelto (OD)	7,355	≥5 mg/L		3,517	0,000	1
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	15,31	≤ 400 mg/L		-3,516	0,000	1
Cianuro Libre	0,0040	0,0052 mg/L		-4,000	0,000	1
Fenoles	0,001	2,56 mg/L		-4,000	0,000	1
Sulfuros	0,002	0,002 mg/L		-1,000	1,000	0.5
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	1,313	13 mg/L	-65,937		0,000	1
Arsénico	0,000288	0,15 mg/L	-6311,4		0,000	1
Cadmio	0,000030	0,00025 mg/L		-3,742	0,000	1
Mercurio	0,000020	0,0001 mg/L		-4,000	0,000	1
Plomo	0,0005	0,0025 mg/L		-3,532	0,000	1
Zinc	0,0059	0,12 mg/L		-3,516	0,000	1
Cromo	0,0003	0,011 mg/L		-3,57	0,000	1
Bario	0,0329	1 mg/L		-3,516	0,000	1
Cobre	0,0011	0,1 mg/L	-957,11		0,000	1
Níquel	0,0002	0,052 mg/L		-3,567	0,000	1
Selenio	0,0002	0,005 mg/L		-4,000	0,000	1
Talio	0,000085	0,0008 mg/L		-3,37	0,001	1
Antimonio	0,0001	0,64 mg/L		-4,000	0,000	1

a = Para los análisis con la T de Student se utilizó la media y para los análisis con la Z de Wilcoxon se utilizó la mediana.

b = W de Wilcoxon estandarizada

(\*) Valor p adaptado de acuerdo a que el parámetro evaluado no cumple el ECA.

## **Interpretación**

Analizando los parámetros y sus respectivos valores p que adoptan, todos, a excepción del Fósforo total ( $p < 0,05$ ), indican que se acepta la hipótesis nula. Es decir, la evaluación de los ICA-PE demuestran que el Río Neguache no es de mala calidad en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

En el presente estudio se evaluó el ICA-PE del Río Neguache en época de avenida y estiaje, de lo cual se ha obtenido que el ICA en los cuatro (04) puntos de monitoreo se encuentra entre el rango de 90 a 100 que define un ICA de calidad de agua EXCELENTE. Una investigación realizada en Cañar-Ecuador por Carrillo y Urgilés sobre la determinación del índice de Calidad de Agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig, se obtuvo que para la subcuenca del río Mazar la evaluación de la calidad del agua en los 2 puntos de monitoreo fue de buena calidad en los meses de Mayo, Septiembre y Noviembre, excepto en el mes de Junio, cuya calidad disminuyó categorizándose como aguas de mediana calidad, para la subcuenca del río Pindilig la calidad del agua se evaluó en 3 puntos de muestreo categorizándose como aguas de buena calidad en los meses de Mayo, Septiembre y Noviembre, excepto en el mes de Junio, cuya calidad disminuyó categorizándose como aguas de mediana calidad. En esta última investigación se obtuvo un ICA de buena calidad en la mayoría de los meses y mediana calidad solamente en el mes de junio, esto debido a la incidencia de las fuertes lluvias que provocó que el agua disminuya su calidad.

Otra investigación realizada en San Martín-Perú por Puerta Lopez sobre la determinación de la influencia de la descarga del río Mayo en la calidad de agua del río Huallaga, a través de los ICA – PE, se obtuvo que para el punto Rhual1- Río Huallaga antes de su confluencia con el río Mayo alcanzando un valor único de 83.05, el mismo que se encuentra entre el rango de 75 a 89 que define un ICA de calidad buena, para el punto Rmayo1– Río Mayo antes de su desembocadura alcanzando un valor único de 71.84, el mismo que se ubica entre el rango de 45 a 74 que define un ICA de calidad regular y para el punto Rhual2 - Río Huallaga después de su confluencia con el río Mayo alcanzando un valor único de

86.74, el mismo que se encuentra entre el rango de 75 a 89 que define un ICA de calidad buena. En esta última investigación los resultados del punto Rmayo1 indica que la calidad del agua ocasionalmente es amenazada o dañada, alejándose de los valores deseables y muchos de los usos necesitan un tratamiento, esto se debe a que tiene menos volumen de agua y en su recorrido antes de su desembocadura, se encuentra más próximo a densidades poblacionales, lo que incrementa el uso del agua y por consiguiente los vertidos urbanos, causando así el deterioro de la calidad del agua alejándola de los valores deseables; el resultado en el punto Rhual1 y Rhual2 nos muestran que los ríos evaluados a pesar de la influencia que ejerce el ser humano sobre los mismos todavía mantienen una alta capacidad de autodepuración de sus aguas.

En la investigación realizada en Cotopaxi-Ecuador por Pérez y Quishpi sobre el análisis de la calidad de agua de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi se realizaron monitoreos de agua en 10 puntos en 4 fechas distintas y se obtuvo que para la microcuenca del Río Pumacunchi el punto PM-RA-1 tuvo un ICA NSF de 64% calidad de agua regular, PM-T-2 un ICA NSF 67% calidad de agua regular, PM-PM-3 un ICA 53% calidad de agua regular, PM-PC-4 un ICA NSF 52% calidad de agua regular, PM-VSRL-5 un ICA NSF 50% calidad de agua mala, mientras que en la microcuenca del Río Nagsiche el punto PM-VP-6 tuvo un ICA NSF 72% calidad de agua buena, PM-Y-7 un ICA NSF 75% calidad de agua buena, PM-PC-8 un ICA NSF 72% calidad de agua buena, PM-HP-9 un ICA NSF 68% calidad de agua regular, M-PANZ-10 un ICA NSF de 70% calidad de agua regular. Estos resultados obtenidos indican que el río Pumacunchi en la zona alta y media de microcuenca tiene una calidad de regular y que es dudoso su consumo y necesita un tratamiento de purificación, mientras que en la parte baja la calidad es mala por las diversas actividades antrópicas, y el agua necesita un tratamiento potabilizador para su consumo. Mientras tanto en el río Nagsiche se obtuvo que la calidad de agua en las zona alta y media de la microcuenca es buena y para su consumo necesita una ligera purificación como es la agregación de cloro,

en la zona baja de río obtuvimos una calidad de regular por las descargas de viviendas cercanas al río.

En el presente estudio se obtuvo que el fósforo total es el único parámetro que superó de forma significativa el ECA para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva. Una investigación realizada en Alto Amazonas-Loreto por Ruiz Martínez sobre la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua de la quebrada Yanayacu para conservación del ambiente acuático, se obtuvo que los puntos QYan1 tuvieron una concentración de fósforo total de 0,027 mg/L y QYana2 una concentración de 0.033 mg/L, ambos valores se encuentran dentro de lo establecido en la categoría 4-E2 “Conservación del ambiente acuático-Ríos de la selva” de los ECA para Agua (0,05 mg/L) del D.S N° 004-2017-MINAM; sin embargo el punto QYana3 tuvo una concentración de fósforo total de 0,055 mg/L cuyo valor supera la norma, excediendo un mínimo de 0,005 mg/L, esto podría deberse al uso de fertilizantes agrícolas que utilizan para los cultivos de arroz, papaya, plátano y que por las lluvias que discurren a la Quebrada Yanayacu alterando su calidad.

En el presente estudio se obtuvo que el talio es el único parámetro inorgánico que superó el ECA categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva, esto en el punto RNegu1 en los monitoreos realizados el 12 de junio del 2019 y el 31 de agosto del 2019. Una investigación realizada en Ventanilla-Callao, sobre la evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, se realizaron monitoreos de agua en 17 puntos de los cuales el talio superó el ECA agua en los puntos M-1, M-2, M-3, M-6, M-7, M-8, M-9, M-13 y M-16, esto se debería al uso de rodenticidas e insecticidas para combatir plagas.

En el presente estudio se obtuvo valores de mercurio por debajo del ECA para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva. Una investigación realizada en Ventanilla-Callao, sobre la evaluación de la calidad microbiológica y

fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, se realizaron monitoreos de agua en 17 puntos en los meses de febrero, mayo y agosto de los cuales el mercurio superó el ECA agua en el punto M-1, obteniéndose una concentración de 0.001 mg/L en el mes de mayo y en el punto M-15 una concentración de 0.147 mg/L en el mes de agosto, esto sería debido al arrojo de desmontes y residuos de aparatos electrónicos que contienen trazas de mercurio.

En el presente estudio se obtuvo que todos los parámetros, a excepción del pH, talio y fósforo, cumplen con el ECA para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva. Una investigación realizada en Pasco-Perú por Villarreal Huacachi sobre la calidad de agua del Río San Juan se obtuvo que los metales pesados evaluados superaron el ECA para agua Categoría III riego de vegetales y bebida de animales, esto se debe a que al río San Juan está contaminado por las actividades mineras que se realizan en la zona.

Otra investigación realizada en Chimborazo-Ecuador por Jaque y Potocí sobre la evaluación del Índice de Calidad de Agua (ICA) de la Microcuenca del Río Chibunga, se obtuvo que de los 9 puntos de monitoreo el ICA total promedio de la microcuenca del Río Chibunga es de 74,73 lo que nos indica que tiene una calidad BUENA, los parámetros más alterados son coliformes fecales, aceites y grasas, oxígeno disuelto y DBO<sub>5</sub>, en ese caso es necesario tomar acciones correctivas ya que esa agua la utilizan para la agricultura.

Finalmente, una investigación realizada en Tadó-Colombia por Mosquera Chaverra sobre la evaluación exploratoria de la Calidad del Agua del Río San Juan en el Municipio de Tadó, se obtuvo que de los 6 puntos de monitoreo solamente en el punto E4 no hay contaminación del agua, en todos los demás puntos existe contaminación entre leve, media, alta y muy alta, esto debido a que la actividad minera en dicha zona presenta un alto índice de movilidad e ilegalidad, esto ocasiona que el agua no sea de buena calidad.

## **CONCLUSIONES**

### **Con relación al Objetivo General**

Se evaluó el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache en época de avenida y estiaje, siendo que en el punto RNegu1 alcanzó un valor único de 91; en el punto RNegu2 alcanzó un valor único de 96; en el punto RNegu3 y RNegu4 alcanzó un valor único de 97, los mismos que se encuentran entre el rango de 90 a 100 que define un ICA de calidad de agua EXCELENTE, caracterizado por el color azul, asegurando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

### **Con relación al Objetivo Específico 1:**

Se ha encontrado que el fósforo total obtuvo valores superiores al ECA para Agua categoría 4 subcategoría E2 Ríos de la Selva, alcanzando valores de 0,070 mg/L, 0,069 mg/L, 0,066 mg/L, 0,065 mg/L, 0,092 mg/L, 0,091 mg/L, 0,053 mg/L, 0,105 mg/L, 0,102 mg/L, 0,068 mg/L y 0,067 mg/L; siendo que el valor límite establecido en el ECA para Agua categoría 4 subcategoría E2 Ríos de la Selva es de 0,05 mg/L. En dicha zona no se realiza ninguna actividad industrial por lo que podría deberse al uso de fertilizantes agrícolas sobre el suelo y debido a las lluvias discurren al Río Neguache alterando su calidad.

### **Con relación al Objetivo Específico 2:**

El talio es el único parámetro inorgánico que superó el ECA para Agua categoría 4 subcategoría E2 Ríos de la Selva, obteniéndose valores de 0,00122 mg/L en el monitoreo realizado el 12 de junio del 2019 y 0,00123 mg/L en el monitoreo del 31 de agosto del 2019, ambos en el punto RNegu1; siendo que el valor límite establecido en el ECA agua categoría 4 subcategoría E2 Ríos de la Selva es de 0,0008 mg/L.

**Con relación al Objetivo Específico 3:**

En el presente estudio se obtuvieron resultados en cuanto al mercurio por debajo del ECA para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático subcategoría E2 Ríos de la Selva. Es decir, en los puntos RNegu1, RNegu2, RNegu3 y RNegu4 en época de avenida y estiaje los valores de mercurio no superaron los 0,0001 mg/L.

**Con relación al Objetivo Específico 4:**

En el presente estudio se obtuvieron valores de 6,2 y 6,1 para el pH en el punto RNegu1 en los monitoreos realizados el 25 de febrero del 2019 (época de avenida) y 28 de abril del 2019 (época de avenida), siendo que el ECA para Agua categoría 4 Conservación del ambiente acuático subcategoría E2 Ríos de la Selva precisa que los valores de pH deben ser de 6,5 a 9,0.

En tal sentido, de acuerdo a lo señalado en los párrafos precedentes se concluye que todos los parámetros, a excepción del pH, talio y fósforo, cumplen con el ECA para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático subcategoría E2 Ríos de la Selva.

## RECOMENDACIONES

Realizar estudios en la misma línea de investigación, pero con más parámetros considerando también a los Coliformes Termotolerantes, ya que no hay investigaciones de la calidad de agua de los ríos en la Provincia de Oxapampa.

Realizar más investigaciones en calidad de agua, ya que existen muchos ríos a nivel nacional de los cuales desconocemos su calidad actual, esto con la finalidad de conocer su estado y desarrollar medidas de manejo ambiental, conservando nuestros recursos hídricos.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Puerto Bermúdez sensibilizar a la población realizando capacitaciones en temas ambientales como medida de prevención, para que los pobladores estén conscientes de la importancia de la calidad de agua y su preservación de este recurso para nuestros hijos.

También que la E.A.P Ingeniería Ambiental continúe realizando los concursos de proyectos, que realizaba cada año durante el Congreso Internacional, permitiendo que los estudiantes expongan sus proyectos, para impulsar la investigación desde las aulas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*.  
[http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_010-2016-ana\\_0.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf)
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales*.  
<http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-clasificacion-cuerpos-agua-continentales-superficiales>
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE Aplicado a los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales*.  
[http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_068-2018-ana.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._068-2018-ana.pdf)
- Bautista, M. E. (2009). *Manual de Metodología de la Investigación*.  
[http://docs.wixstatic.com/ugd/986864\\_66d6ce64229c45c1b1f79d60668f6b0f.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/986864_66d6ce64229c45c1b1f79d60668f6b0f.pdf)
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*.  
[http://docs.wixstatic.com/ugd/986864\\_21f9483a6fa34306a714ae779ce5584f.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/986864_21f9483a6fa34306a714ae779ce5584f.pdf)
- Carrillo, M. S., y Urgiles, P. D. (2016). *Determinación del índice de Calidad de Agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio de la Universidad de Cuenca.  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano*.  
[http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1\\_tomo1\\_indice.pdf](http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf)

- Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional. (2012). *Glosario de abreviaturas y definiciones utilizadas en los procedimientos técnicos del COES-SINAC*. <https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2012/OSINERGMIN%20No.061-2012-OS-CD.pdf>
- Congreso de la República. (1997). *Ley de Áreas Naturales Protegidas*. <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/37504>
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (s/f). *Gesta Agua*. Consultado el 09 de junio de 2021. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)
- Fajardo, N. S. (2018). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional de la UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7738>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. [http://docs.wixstatic.com/ugd/986864\\_5bcd4bbbf3d84e8184d6e10eecea8fa3.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/986864_5bcd4bbbf3d84e8184d6e10eecea8fa3.pdf)
- Inga, E. N. (2016). *Modelo dinámico de sistemas para determinar la calidad de agua en la Laguna Patarcocha por vertimiento de aguas residuales de los Asentamientos Humanos aledaños, Pasco, 2016* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11350>
- Instituto de Tecnología Química (UPV-CSIC). (s/f). *Contaminación del agua por nitratos y técnicas para su tratamiento*. Consultado el 09 de junio de 2021. <https://www.esferadelagua.es/agua-y-tecnologia/contaminacion-del-agua-por-nitratos-y-tecnicas-para-su-tratamiento>

- Jaque, E. S. y Potocí, C. L. (2015). *Evaluación del Índice de Calidad de Agua (ICA) de la Microcuenca del Río Chibunga, en Variaciones Estacionales, provincia de Chimborazo – Ecuador, durante el periodo 2014* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio de la ESPOCH.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4077/1/236T0132%20UDCTFCI.pdf>
- Mendoza, M. A. (2018). *Evaluación Físicoquímica de la Calidad del Agua Superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la PUCP.  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/MENDOZA\\_FUENTES\\_MIGUEL\\_AGUA\\_SUPERFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/MENDOZA_FUENTES_MIGUEL_AGUA_SUPERFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Informe Sectorial de Áreas Naturales Protegidas del Perú (2011-2015)*. <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/areas-naturales-protégidas-peru-2011-2015>
- Ministerio del Ambiente. (2005). *Ley General del Ambiente*. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Mosquera, L. M. (2016). *Evaluación Exploratoria de la Calidad del Agua del Río San Juan en el Municipio de Tadó, Chocó, por el Impacto que Causan los Vertimientos Mineros* [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio de la Universidad de Manizales.  
<https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/handle/20.500.12746/2953>
- Municipalidad Provincial de Oxapampa. (2010). *Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Oxapampa 2009 – 2021*.

[http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/12163/PLAN\\_12163\\_Plan%20De%20sarrolo%20Concertado%20de%20la%20Provincia%20de%20Oxapampa%20-Parte%201\\_2013.pdf](http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/12163/PLAN_12163_Plan%20De%20sarrolo%20Concertado%20de%20la%20Provincia%20de%20Oxapampa%20-Parte%201_2013.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowsres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf)

Pérez, P. N., y Quishpi, A. R. (2016). *Análisis de la Calidad de Agua de los Ríos, Nagsiche y Pumacunchi, pertenecientes a la subcuenca del río Patate, de la provincia de Cotopaxi* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio de la Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/2853>

Puerta, C. Y. (2019). *Determinación de la influencia de la descarga del río Mayo en la calidad de agua del río Huallaga, a través de los ICA – PE* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio de la UNSM. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3460/AMBIENTAL%20-%20Cesia%20Yovani%20Puerta%20L%c3%b3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz, A. I. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica del agua de la quebrada Yanayacu para conservación del ambiente acuático, valle del Shanusi – 2018* [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de la UPEU. [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1919/Ana\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1919/Ana_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Sans, R., y Pablo, J. (1989). *Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos*. <https://es.scribd.com/document/354637261/Ingenieria-Ambiental-contaminacion-y-tratamiento-pdf>
- Teves, B. M. (2016). *Estudio Fisicoquímico de la Calidad del Agua del río Caca, región Lima* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6797>
- Vara, A. A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. [http://docs.wixstatic.com/ugd/986864\\_f19aa420cc8d4e1ebcf8f9182b7d903a.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/986864_f19aa420cc8d4e1ebcf8f9182b7d903a.pdf)
- Villarreal, M. P. (2016). *Calidad de Agua del Río San Juan, en el Departamento de Pasco* [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio de la UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1570>
- World Vision. (2004). *Manual de Manejo de Cuencas*. [https://www.uv.mx/oabcc/files/2018/11/38\\_Manual-de-MIC.pdf](https://www.uv.mx/oabcc/files/2018/11/38_Manual-de-MIC.pdf)

# **ANEXOS**

# ANEXO 1. RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

### RESOLUCIÓN N° 1039-2018-CF-FI-UDH

Huánuco, 07 de Diciembre de 2018

Visto, el Oficio N° 708-2018-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente al bachiller Roció del Pilar, QUINTANA ELGUERA, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

#### CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2665-18, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller Roció del Pilar, QUINTANA ELGUERA, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 708-2018-C-PAIA-FI-UDH del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 7 de Diciembre de 2018 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

#### SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) DEL RIO NEGUACHE EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA COMUNAL EL SIRA – PROVINCIA DE OXAPAMPA – DURANTE EL PERIODO 2018 - 2019” presentado por el bachiller Roció del Pilar, QUINTANA ELGUERA para optar el Título de Ingeniero Ambiental del programa académico de ingeniería ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*Johnny P. Jacma Rojas*  
Ing. JOHNNY P. JACMA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*Bertha Campos Rios*  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 250-2021-CF-FI-UDH**

Huánuco, 07 de octubre de 2021

Visto, el Oficio N° 515-2021-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador quien remite la petición de la Bach. Rocio del Pilar QUINTANA ELGUERA, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, quien solicita cambio de título del Trabajo de Investigación (Tesis);

**CONSIDERANDO:**

Que, según el Oficio N° 515-2021-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador quien remite la petición de la Bach. Rocio del Pilar QUINTANA ELGUERA del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, quien solicita cambio de título del Trabajo de Investigación (Tesis); y;

Que, según Resolución N° 1039-2018-CF-FI-UDH, se aprueba el Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado “EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) DEL RÍO NEGUACHE EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA COMUNAL EL SIRA – PROVINCIA DE OXAPAMPA – DURANTE EL PERIODO 2018 - 2019”, presentado por el(la) Bach. Rocio del Pilar QUINTANA ELGUERA, la misma que solicita el cambio de título del Trabajo de Investigación (Tesis), en coordinación con su asesor; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 07 de octubre de 2021 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. 44, inc. r.;

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - ANULAR, la resolución N° 1039-2018-CF-FI-UDH de fecha 07 de diciembre de 2018.

**Artículo Segundo.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) DEL RÍO NEGUACHE EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA COMUNAL EL SIRA – PUERTO BERMUDEZ - OXAPAMPA – PASCO, 2019”, presentado por la Bach. Rocio del Pilar QUINTANA ELGUERA, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.**



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIA – CGT- Interesado - Archivo.  
BLCR/EJML

## ANEXO 2. RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

#### RESOLUCIÓN N° 733-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 30 de octubre de 2020

Visto, el Oficio N° 369-2020-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 2057, de la Bach. **Rocio Del Pilar, QUINTANA ELGUERA**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 2057, presentado por el (la) Bach. **Rocio Del Pilar, QUINTANA ELGUERA**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 906-2018-D-FI-UDH, de fecha 18 de setiembre de 2018, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Rocio Del Pilar, QUINTANA ELGUERA** al Ing. Marco Antonio Torres Marquina, el mismo que no cuenta con el grado de maestro y que para el Registro Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI, es requisito que el asesor cuente con dicho grado, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 906-2018-D-FI-UDH, de fecha 18 de setiembre de 2018.

**Artículo Segundo.**- **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Rocio Del Pilar, QUINTANA ELGUERA** al Mg. Rudy Milner Ramos Dueñas, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*Mg. Johnny B. Yacha Rojas*  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*Mg. Bertha Campos Rios*  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:  
Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.  
BCR/PPJR/nto

### ANEXO 3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) DEL RÍO NEGUACHE EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA COMUNAL EL SIRA - PUERTO BERMÚDEZ – OXAPAMPA - PASCO, 2019”

**TESISTA:** QUINTANA ELGUERA, ROCIO DEL PILAR

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.</p>	<p><b>Hipótesis</b> <b>H<sub>1</sub>:</b> La evaluación de los Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) demuestran que el Río Neguache es de mala calidad en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.</p>	<p><b>V.I.</b> Época de avenida y estiaje</p>	<p>Parámetro físico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> </ul>	<p><b>Enfoque</b> En la investigación el enfoque es cuantitativo porque representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio.</p>
<p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuáles son los contaminantes fisicoquímicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la</p>	<p><b>Objetivos específicos</b> Determinar los contaminantes fisicoquímicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira -</p>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> La evaluación de los Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) demuestran que el Río Neguache no es de</p>	<p><b>V.D.</b> Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) del Río Neguache</p>	<p>Parámetros Físicos-químicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial de Hidrógeno (pH)</li> <li>• Conductividad</li> <li>• Aceites y Grasas (MEH)</li> <li>• Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)</li> </ul>	<p><b>Alcance o nivel</b> El alcance es descriptivo porque únicamente se pretende medir y recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan éstas.</p> <p><b>Diseño</b> <b>No experimental:</b> No se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas</p>

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?</p> <p>¿Cuáles son los contaminantes inorgánicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?</p> <p>¿Cuáles son los valores del mercurio en el Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019?</p> <p>¿Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos monitoreados en el Río Neguache con lo</p>	<p>Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.</p> <p>Determinar los contaminantes inorgánicos más relevantes que afectan la calidad de agua del Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.</p> <p>Conocer los valores del mercurio en el Río Neguache en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.</p> <p>Contrastar el cumplimiento de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos monitoreados en el Río Neguache con lo</p>	<p>mala calidad en época de avenida y estiaje en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira - Puerto Bermúdez - Oxapampa - Pasco, 2019.</p> <p>En los objetivos específicos se contempla como intención analítica la estimación puntual, es decir se pretende la obtención de un valor numérico que proporcione la información requerida. (Supo, 2014)</p>		<p>Parámetros Inorgánicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fósforo total</li> <li>• Oxígeno Disuelto</li> <li>• Sólidos Suspendidos Totales</li> <li>• Cianuro Libre</li> <li>• Fenoles</li> <li>• Sulfuros</li> <li>• Nitratos (NO<sub>3</sub>-)</li> <li>• Arsénico</li> <li>• Cadmio</li> <li>• Mercurio</li> <li>• Plomo</li> <li>• Zinc</li> <li>• Cromo</li> <li>• Bario</li> <li>• Cobre</li> <li>• Níquel</li> <li>• Selenio</li> <li>• Talio</li> <li>• Antimonio</li> </ul>	<p>intencionalmente en la investigación por quien la realiza.</p> <p><b>Diseños longitudinales de tendencia:</b> Es un tipo de diseño no experimental y pertenece a este diseño porque se analizarán cambios al paso del tiempo en las variables dependientes, ya que se recolectarán muestras de agua en diferentes puntos y periodos (época de avenida y estiaje) para hacer inferencias respecto al cambio.</p> <p>Se realizaron dos (02) monitoreos en época de avenida y dos (02) en época de estiaje, para el desarrollo de esta tesis corresponde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Época de avenida: Del 01 de diciembre al 31 de mayo.</li> <li>• Época de estiaje: Del 01 de junio al 30 de noviembre.</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <p>Para este estudio se tomó como población a la microcuenca del Río Neguache, ubicado en el Distrito de Puerto Bermúdez, el cual forma parte de la Zona de</p>

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
inorgánicos monitoreados en el Río Neguache cumplen con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva.?	establecido en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 4 Conservación del ambiente acuático-subcategoría E2 Ríos de la Selva.					Amortiguamiento de la Reserva Comunal El Sira. <b>Muestra</b> El volumen de las muestras fue de 120 ml, 250 ml, 300 ml, 500 ml y 1000 ml, según los respectivos parámetros. Y se realizó en cuatro (04) puntos de monitoreo.

## ANEXO 4. PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CATEGORÍA 4 CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

Parámetros	Unidad de medida	E2 Ríos Selva
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>		
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052
Conductividad	(μS/cm)	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10
Fenoles	mg/L	2,56
Fósforo total	mg/L	0,05
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	13
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤ 400
Sulfuros	mg/L	0,002
<b>INORGÁNICOS</b>		
Antimonio	mg/L	0,64
Arsénico	mg/L	0,15
Bario	mg/L	1
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025
Cobre	mg/L	0,1
Cromo VI	mg/L	0,011
Mercurio	mg/L	0,0001
Níquel	mg/L	0,052
Plomo	mg/L	0,0025
Selenio	mg/L	0,005
Talio	mg/L	0,0008
Zinc	mg/L	0,12

*Nota.* Datos tomados de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado por D.S N° 004-2017-MINAM.

## ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



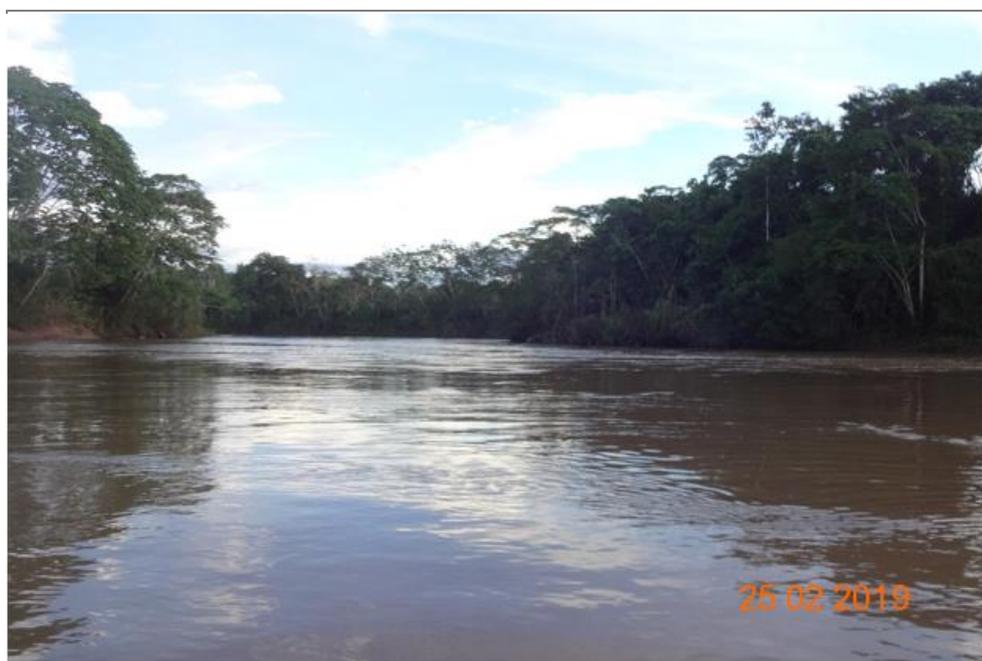
**Fotografía 1:** Vista del Río Neguache (punto RNegu1, zona naciente del Río Neguache), en época de avenida.



**Fotografía 2:** Se puede apreciar que con la ayuda de un multiparámetro, se está realizando la medición de parámetros in situ (pH, temperatura y conductividad).



**Fotografía 3:** Muestras de agua



**Fotografía 4:** Vista del Río Neguache, en época de avenida.



Fotografía 5: Muestras de agua



Fotografía 6: Multiparámetro usado en todos los muestreos.



**Fotografía 7:** Medición de parámetros in situ (pH, temperatura y conductividad).



**Fotografía 8:** Vista de frascos para la toma de muestras de agua del Río Neguache, en época de avenida.



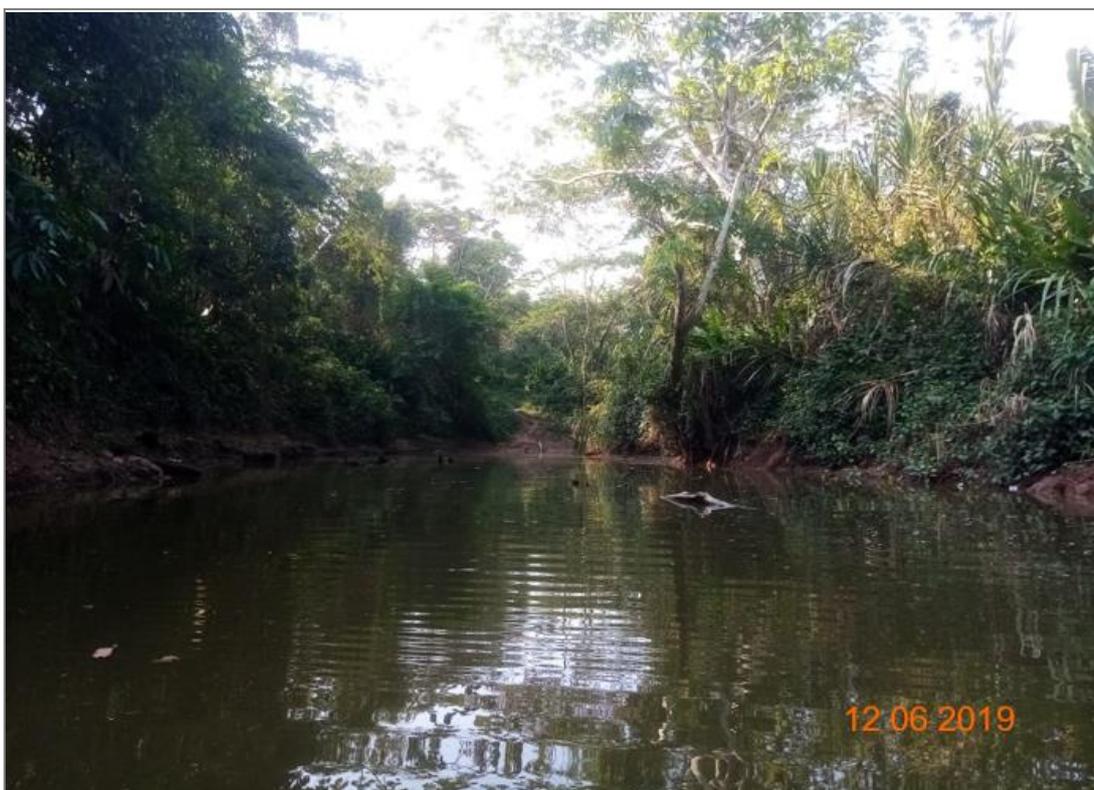
**Fotografía 9:** Vista de los frascos para la toma de muestras de agua del Río Neguache, fotografía tomada en el punto RNegu1, en época de avenida (invierno).



**Fotografía 10:** Vista del afluente de la quebrada Samaya (punto RNegu2), desemboca al Río Neguache, en época de avenida.



**Fotografía 11:** Vista del afluente de la quebrada Samaya (punto RNegu2), desemboca al Río Neguache, en época de avenida.



**Fotografía 12:** Vista del afluente de la quebrada Mapirishari (punto RNegu3) en época de estiaje (verano), el cual desemboca al Río Neguache,



**Fotografía 13:** Vista del afluente de la quebrada Mapirishari y los frascos para la toma de muestras de agua, en época de estiaje (verano).



**Fotografía 14:** Vista panorámica en el punto RNegu4 (Salida del Río Neguache), en época de estiaje (verano).



**Fotografía 15:** Vista del afluente de la quebrada Samaya (punto RNegu2), desemboca al Río Neguache, en época de estiaje (verano).

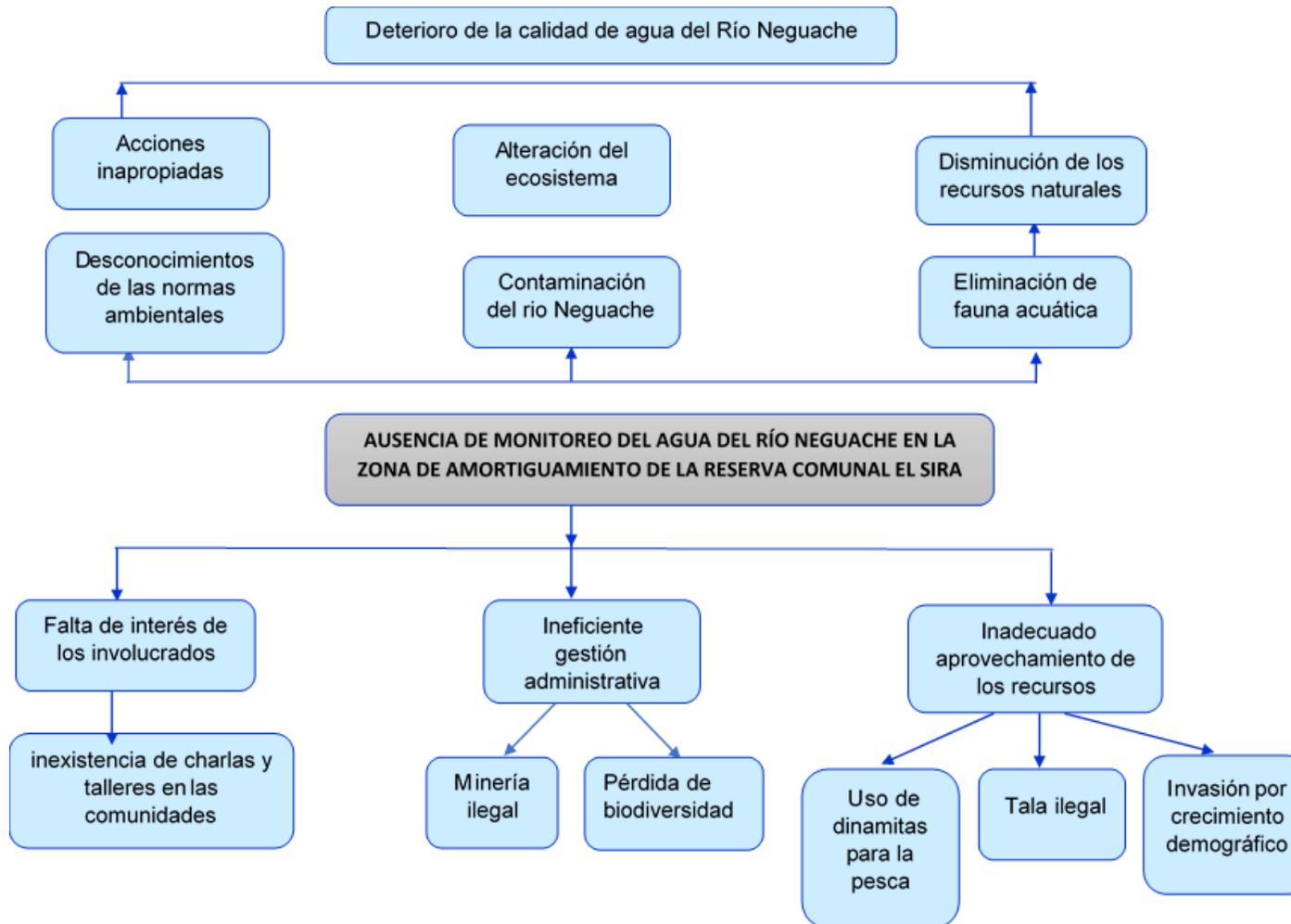


**Fotografía 16:** Vista de la muestra de Oxígeno disuelto (OD) y sus respectivos frascos de preservantes (a la derecha).

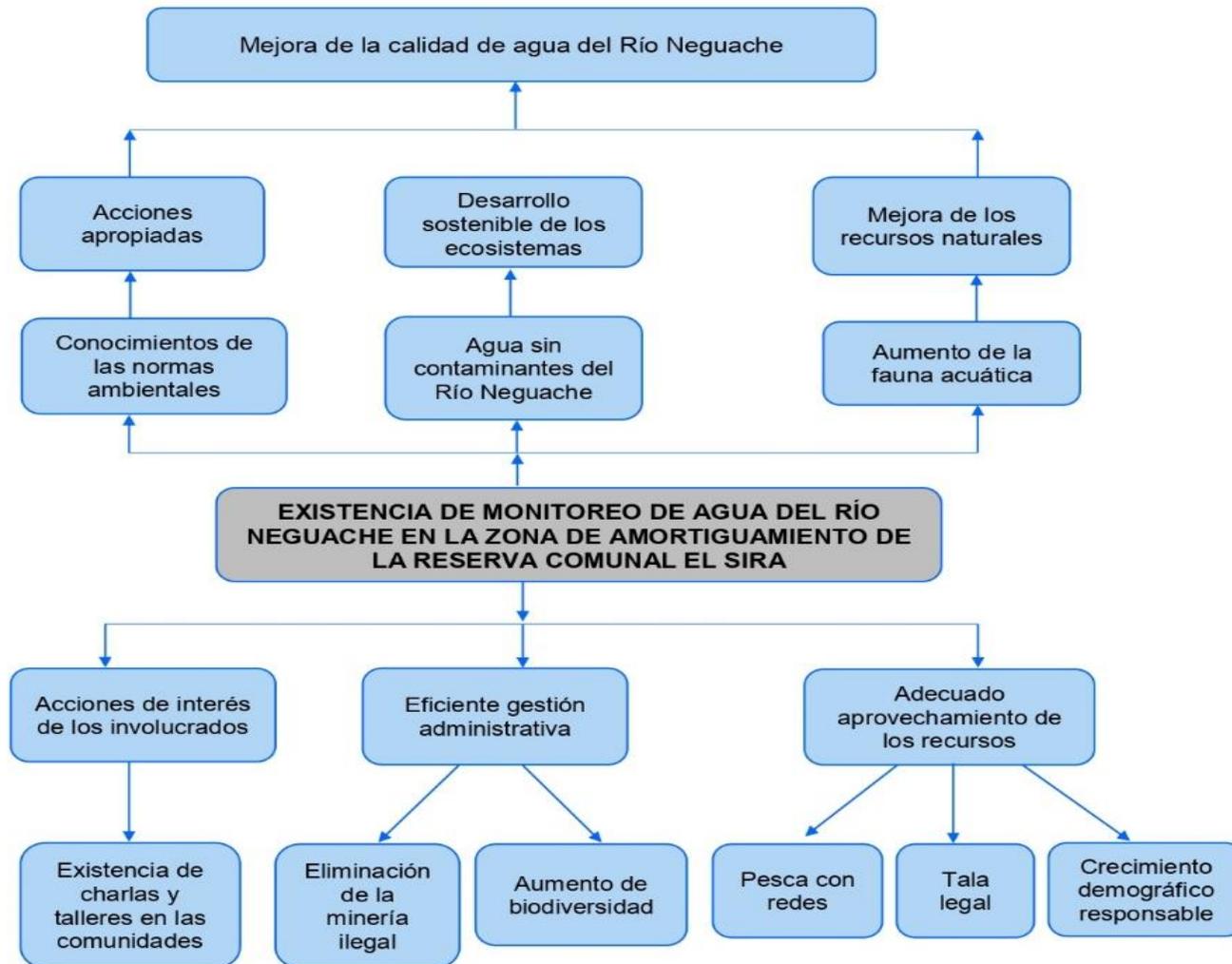


**Fotografía 17:** Vista de algunos frascos para la toma de muestras de agua, en el Río Neguache.

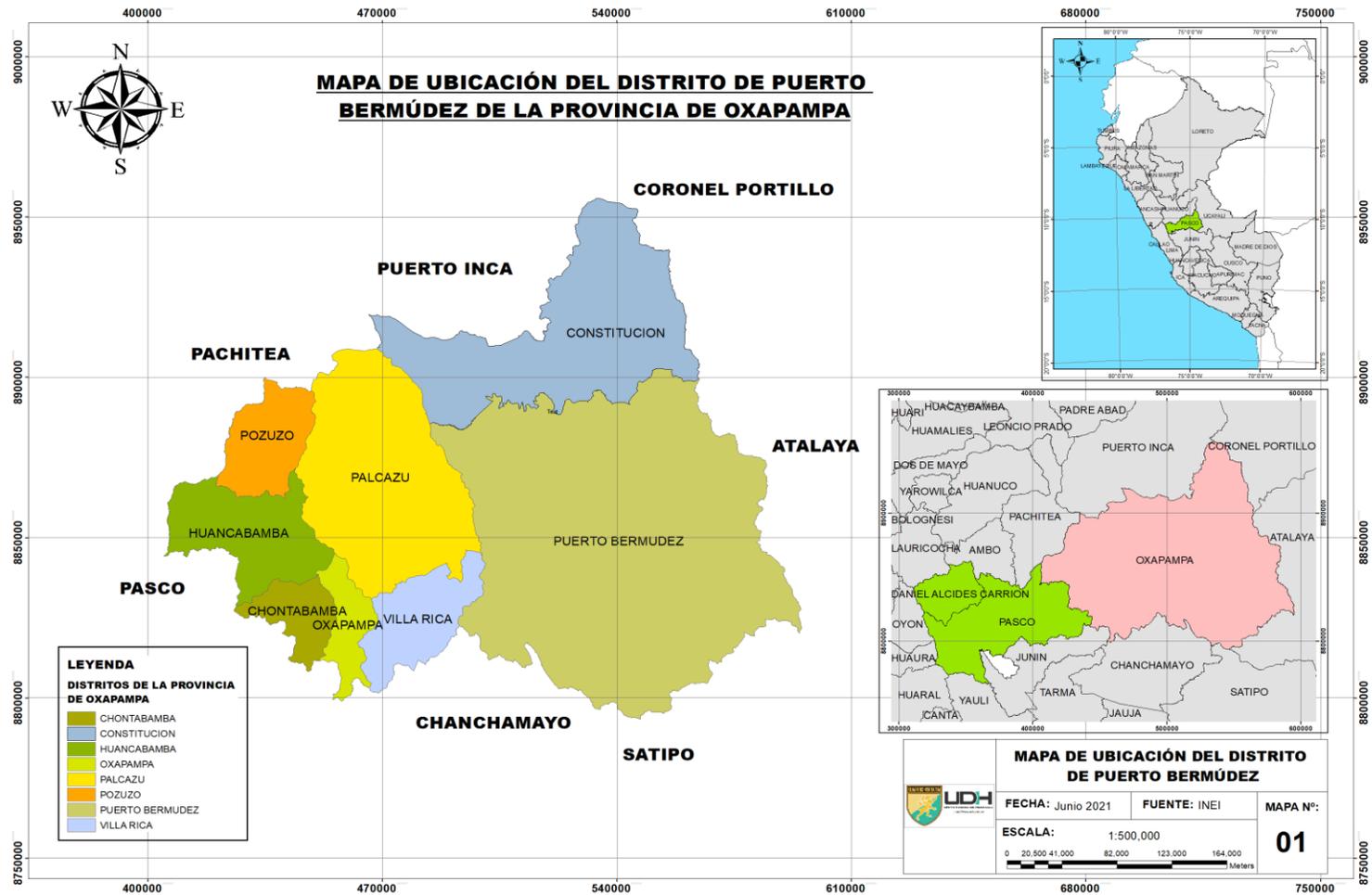
## ANEXO 6. ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



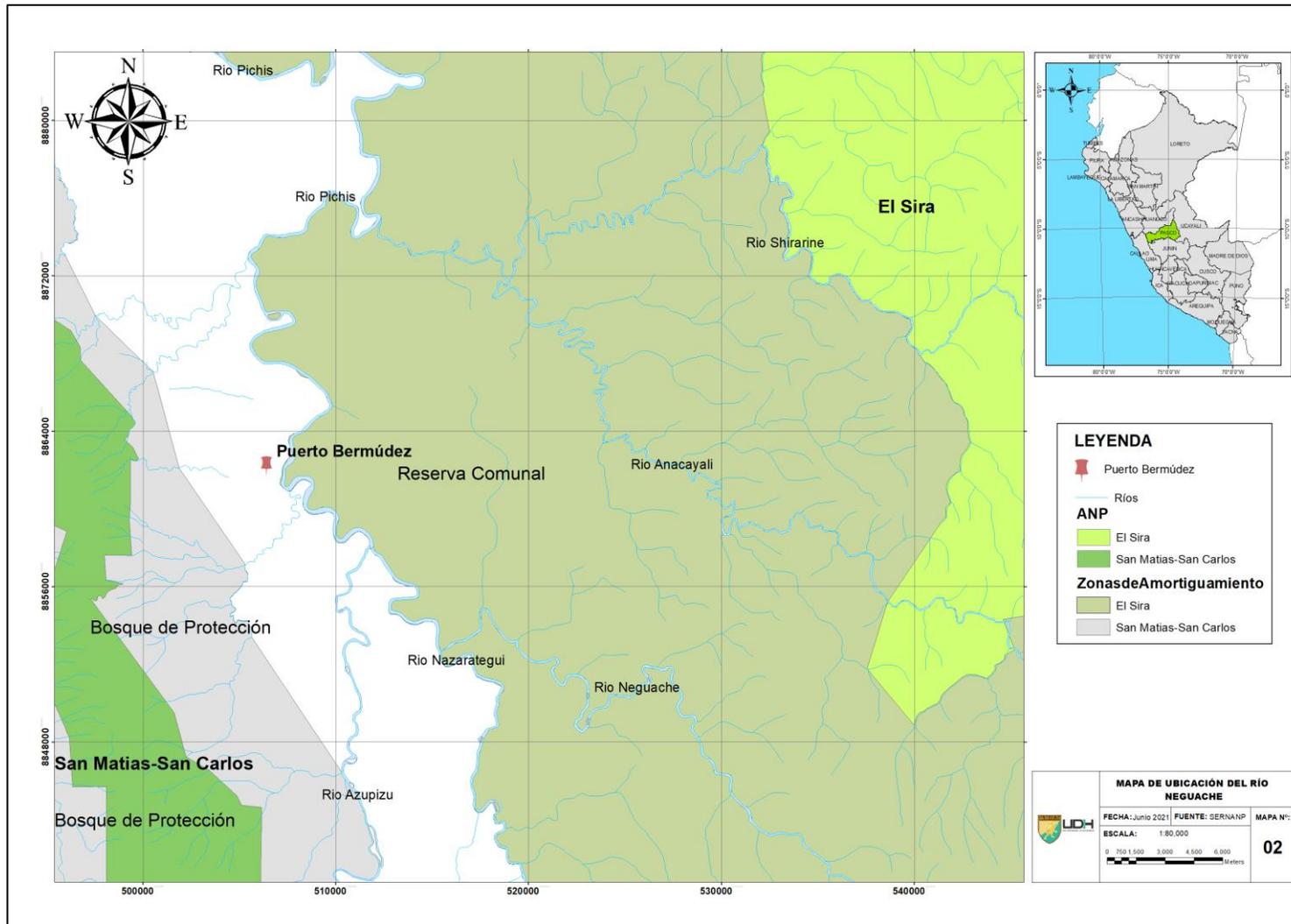
## ANEXO 7. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



## ANEXO 8. MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE PUERTO BERMÚDEZ



## ANEXO 9. MAPA DE UBICACIÓN DEL RÍO NEGUACHE



## ANEXO 10: CADENAS DE CUSTODIA Y RESULTADOS DE LABORATORIO



### CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

Pág

Cliente: Rocio del Pilar Quintana Elguera      Contacto: \_\_\_\_\_      E-mail: rplqantana@gmail.com      Telef.(s) 974 996 575  
 Lugar: Rio Neguache - Puerto Bermudez      Empresa: \_\_\_\_\_      Planta: \_\_\_\_\_      Proyecto: Tesis  
 Carta/Cotización: N° 2019-02V6-4B-1       MUESTREO POR SAG       MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO o CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU										ANALISIS DE LABORATORIO										N° Informe: 13164
	FECHA	HORA		pH	Conductividad	T <sub>o</sub>	Agites y Gases	Oxígeno Libe	Color	DBO5	Fenoles	F. Total	Nitros	N. Amoniaco	OD	TSS	Sulfuros	Gramo VI	Metales Totales	CÓDIGO DE LABORATORIO				
R. Negu 1	25/02/2019	10:00	Agua de rio	6.2	101.38	25.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14031152					
R. Negu 2	25/02/2019	11:30	Agua de rio	6.6	101.38	25.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14031153					
R. Negu 3	25/02/2019	12:30	Agua de rio	6.8	101.38	26.7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14031154					
R. Negu 4	25/02/2019	14:30	Agua de rio	6.7	101.38	26.8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14031155					

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
 27 FEB 2019  
 RECEPCION DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: Las muestras fueron recolectadas en la época de invierno

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_

Recibido en laboratorio: nm  
 Día/Hora: 06:30



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047**



**INFORME DE ENSAYO N° 131649 – 2019  
CON VALOR OFICIAL**

**RAZÓN SOCIAL** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. LOS ANDES C2 - INT. 19 - SAN LUIS SECT 1 - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO  
**SOLICITADO POR** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**REFERENCIA** : TESIS  
**PROCEDENCIA** : RÍO NEGUACHE - PUERTO BERMÚDEZ  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 2019-02-27  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2019-02-27 AL 2019-03-06  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2019-02-25  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Aceites y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B, N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry, 2010	0.5 <sup>(a)</sup>	mg/L
Cianuro libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN J.E, 23rd Ed. 2017. Cyanide: Cyanogen Chloride Colorimetric Method.	0.004	mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Cromo Hexavalente (VI)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017. / EPA-SW-846 Method 7196A, Rev. 1 (1992). Chromium. Colorimetric Method. / Chromium, Hexavalent (Colorimetric).	0.007	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Fenoles	EPA-SW-846, Method-9065. Phenolics (Spectrophotometric Manual 4-AAP with distillation), 1986.	0.001	mg/L
Fósforo Total o fósforo (P)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed. 2017. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.	0.013	P mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> -B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH <sub>3</sub> -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH <sub>3</sub> -N mg/L
Oxígeno Disuelto OD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.	0.5 <sup>(a)</sup>	O <sub>2</sub> mg/L
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S <sup>2-</sup> D, Sulfide, 23rd Ed. 2017. Methylene Blue Method.	0.002	S <sup>2-</sup> mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silice, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio.	EPA Method 200.8 Revision 5.4. 1994 (Validado). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Expresado como límite de detección del método.

Quim. *[Firma]*  
**Quim. Belbeth Y. Fajardo Leo**  
**C.O.P. N° 648**  
**Asesor Técnico Químico**

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

Cod.: F. 02/Version: 08/F. E. 03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.

• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 3

**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N° LE 047

**INFORME DE ENSAYO N° 131649 – 2019  
CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Ensayo	Unidad	19031152	19031153	19031154	19031155
Producto declarado		Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río
Matriz analizada		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo		2019-02-25	2019-02-25	2019-02-25	2019-02-25
Hora de inicio de muestreo (h)		10:00	11:30	12:30	14:30
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente		RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4
Ensayo	Unidad	19031152	19031153	19031154	19031155
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	1.2	<0.5	<0.5	<0.5
Cianuro libre	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Color (Color verdadero) (1)	CU	32.25	28.40	77.66	26.80
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Demanda Biológica de oxígeno (DB5)	mg/L	<2.0	<2.0	<2.0	<2.00
Fenoles	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Fósforo Total o fósforo (P)	P mg/L	0.070	0.066	0.053	0.068
Nitratos	NO <sub>3</sub> - N mg/L	0.151	0.377	0.368	0.420
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> - N mg/L	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Oxígeno Disuelto OD	O <sub>2</sub> mg/L	7.59	6.90	7.40	7.58
Sulfuros	S <sup>2-</sup> mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	71.46	18.40	15.52	63.26

(1) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

Parámetro	Unidades	19031152	19031153	19031154	19031155
**Coordenadas	UTM WGS 84	0526792E 8851717N	0519406E 8853202N	0517447E 8854858N	0517445E 8854858N
**Altitud	msnm	140	140	141	131
**pH	Unid. pH	6.2	6.6	6.8	6.7
**Temperatura	°C	25.4	25.5	26.7	26.8
**Conductividad	µS/cm	333	101	72	133

\*\* Resultados proporcionados por el cliente, no forman parte del alcance de la acreditación.

Quim. **Berlith Y. Fajardo** Lic.  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

Cod.: F1 02/Version: 08/F. E.03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

**OBSERVACIONES:** • Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 3



**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N° LE-047

**INFORME DE ENSAYO N° 131649 - 2019 CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Agua de Rio	Agua de Rio	Agua de Rio	Agua de Rio		
Matriz analizada	2019-02-25	2019-02-25	2019-02-25	2019-02-25		
Fecha de muestreo	10:00	11:30	12:30	14:30		
Hora de inicio de muestreo (h)	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada		
Condiciones de la muestra	RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4		
Código del Laboratorio	19031152	19031153	19031154	19031155		
Código del Cliente	Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados		
Metales totales						
Litio (Li)	0.0004	mg/L	0.00086	0.00097	0.00072	0.00025
Berilio (Be)	0.0001	mg/L	0.00009	0.00004	0.00012	0.00012
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.00049	0.00053	0.00057	0.00040
Sodio (Na)	0.004	mg/L	0.477	1.587	1.698	0.490
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	2.675	1.380	1.348	0.752
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.692	0.521	1.148	0.752
Silicio (Si)	0.004	mg/L	4.021	6.439	7.572	4.421
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0.008	mg/L	8.604	13.770	17.112	9.454
Silicato (SiO <sub>3</sub> )	0.01	mg/L	10.89	17.43	20.51	11.97
Fosforo (P)	0.003	mg/L	0.060	0.062	0.043	0.046
Potasio (K)	0.008	mg/L	1.319	0.785	0.646	1.255
Calcio (Ca)	0.006	mg/L	16.489	13.850	10.220	17.870
Titanio (Ti)	0.00008	mg/L	0.00051	0.00316	0.00550	0.00617
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00098	0.00140	0.00230	0.00111
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0007	0.0005	0.0006	0.0007
Manganeso (Mn)	0.00008	mg/L	0.040805	0.029988	0.026611	0.041297
Hierro (Fe)	0.00006	mg/L	0.77754	0.47310	0.87212	0.95882
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.000379	0.000209	0.000322	0.000399
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	0.00045	0.00042	0.00051	0.00057
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0010	0.0010	0.0017	0.0013
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.00392	0.01520	0.04871	0.00989
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00019	0.00008	0.00021	0.00020
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00008	0.00004	0.00008	0.00010
Arsénico (As)	0.00002	mg/L	0.00026	0.00030	0.00034	0.00026
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00003	mg/L	0.00220	0.00134	0.00137	0.00230
Estroncio (Sr)	0.00002	mg/L	0.08888	0.04892	0.04650	0.08115
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00010	0.00012	0.00025	0.00015
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00008	0.00006	0.00008	0.00006
Molibdeno (Mo)	0.00004	mg/L	0.00014	0.00020	0.00009	0.00014
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00028	0.00020	0.00013	0.00021
Cadmio (Cd)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Indio (In)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estaño (Sn)	0.0006	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cesio (Cs)	0.00003	mg/L	0.00015	0.00007	0.00011	0.00011
Bario (Ba)	0.00004	mg/L	0.01911	0.03262	0.02655	0.01955
Lantano (La)	0.00002	mg/L	0.000830	0.000294	0.000577	0.000840
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.002346	0.000766	0.001199	0.002345
Terbio (Tb)	0.00002	mg/L	0.00004	<0.00002	0.00004	0.00005
Lutecio (Lu)	0.00001	mg/L	0.000014	0.000006	0.000009	0.000014
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00002	<0.00001	<0.00001	0.00001
Wolframio (W)	0.00003	mg/L	0.00020	0.00012	0.00008	0.00007
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00013	0.00005	0.00005	0.00007
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0006	0.0003	0.0005	0.0007
Bismuto (Bi)	0.000005	mg/L	0.000016	<0.000005	<0.000005	<0.000005
Torio (Th)	0.000006	mg/L	0.000088	0.000043	0.000020	0.000030
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000124	0.000059	0.000074	0.000128

L.D.M.: limite de detección del método.

Lima, 09 de Marzo del 2019.

Quim. *[Firma]*  
C.O.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS WORKING FOR YOU

Cod.: F1.02/Version: 08/F.E. 03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency; ASTM: American Society for Testing and Materials; NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parametro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.

• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 3 de 3



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

0.8 170208

FF:  
Vers:  
F.E: 1  
Página:.....

Cliente: Rocio del pilar Quintana Elguera Contacto: Rocio del pilar Q. E E-mail: rpilarguintana@gmail.com Telef.(s) 969550291

Lugar: Río Neguiche - Puerto Bermudez Empresa: \_\_\_\_\_

Planta: \_\_\_\_\_

Proyecto: Tesis

Carta/Cotización: N° 2019-04VG-57-1

MUESTREADO POR SAG

MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO													N° Informe: <u>132604-20</u>	CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONAL
	FECHA	HORA		pH	Conductiv. T°	Acetatos y grasas disueltos	Color	DBO5	Fenoles	fosforo total	NO <sub>3</sub>	N. Amoniaco	oxigeno disuelto	TSS	Sulfuros	Crema VI	Metales	Metales			
RNegu1	28/04/19	2:02	Agua de río	6.13	25.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	19042302		
RNegu2	28/04/19	5:05	Agua de río	6.61	23.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	19042303		
RNegu3	28/04/19	3:00	Agua de río	6.97	25.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	19042304		
RNegu4	28/04/19	3:38	Agua de río	6.81	25.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	19042305		

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
29 ABR 2019  
RECEPCIÓN DE MUESTRAS  
SAG

Observaciones de Muestreo: \_\_\_\_\_

29-04-19

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: \_\_\_\_\_

Firma(s): \_\_\_\_\_

Recibido en laboratorio: \_\_\_\_\_

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: \_\_\_\_\_

Firma(s): \_\_\_\_\_

Dia/Hora: 18:40

**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N° LE - 047

**INFORME DE ENSAYO N° 132604 - 2019  
CON VALOR OFICIAL**

**RAZÓN SOCIAL** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. LOS ANDES C2- INT. 19- SAN LUIS SECT 1 - AMARILIS- HUÁNUCO - HUÁNUCO  
**SOLICITADO POR** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**REFERENCIA** : TESIS  
**PROCEDENCIA** : RÍO NEGUACHE - PUERTO BERMÚDEZ  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 2019-04-29  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2019-04-29 AL 2019-05-10  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2019-04-28  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Aceites y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5 <sup>(a)</sup>	mg/L
Cianuro libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> J,E, 23rd Ed. 2017. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method.	0.004	mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Cromo Hexavalente (VI)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017. / EPA-SW-846 Method 7196A, Rev. 1 (1992). Chromium. Colorimetric Method. / Chromium, Hexavalent (Colorimetric).	0.007	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Fenoles	EPA-SW-846, Method-9065. Phenolics (Spectrophotometric Manual 4-AAP with distillation). 1986.	0.001	mg/L
Fósforo Total o fósforo (P)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed. 2017. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.	0.013	P mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH <sub>3</sub> - D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> -N mg/L
Oxígeno Disuelto OD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 4500-O C. 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.	0.5 <sup>(a)</sup>	O <sub>2</sub> mg/L
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S <sup>2-</sup> D. Sulfide. 23rd Ed. 2017. Methylene Blue Method.	0.002	S <sup>2-</sup> mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Niquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silice, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio.	EPA Method 200.8 Revision 5.4. 1994 (Validado). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Expresado como límite de detección del método.

Quim. **Belbeth Y. Fajardo León**  
C.Q.P. N° 648

Asesor Técnico Químico

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.  
**OBSERVACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de percibibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.  
 • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 1 de 3  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

Cod.: FI 02/Revisión: 08/FE:03/2018

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 132604 - 2019 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado		Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río
Matriz analizada		Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo		2019-04-28	2019-04-28	2019-04-28	2019-04-28
Hora de inicio de muestreo (h)		02:02	05:05	03:00	03:38
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente		RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4
Código del Laboratorio		19042302	19042303	19042304	19042305
Ensayo	Unidad	Resultados			
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	1.2	<0.5	<0.5	<0.5
Cianuro libre	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Color (Color verdadero) <sup>(1)</sup>	CU	30.46	27.38	77.38	26.62
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Fenoles	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Fósforo Total o fósforo (P)	P mg/L	0.069	0.065	0.050	0.067
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L	0.150	0.376	0.367	0.419
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> - N mg/L	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Oxígeno Disuelto OD	O <sub>2</sub> mg/L	7.58	6.83	7.38	7.53
Sulfuros	S <sup>2-</sup> mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	70.40	17.56	14.47	62.47

(1) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

**Resultados de campo proporcionados por el cliente					
Parámetro	Unidades	RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4
		19042302	19042303	19042304	19042305
**pH	unid. pH	6.1	6.6	6.9	6.8
**Temperatura	°C	25.6	23.2	25.4	25.3
**Conductividad	uS/cm	330	100	70	130

\*\*Resultados proporcionados por el cliente, no forman parte del alcance de la acreditación.

Quim. **Belbeth Y. Fajardo León**  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: FI.02/Version: 08/FE.03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com). • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 2 de 3

• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) • Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com)



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047



**INFORME DE ENSAYO N° 132604 - 2019  
CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Agua de Río		Agua de Río		Agua de Río	
Matriz analizada	Agua Natural		Agua Natural		Agua Natural	
Fecha de muestreo	2019-04-28		2019-04-28		2019-04-28	
Hora de inicio de muestreo (h)	02:02		05:05		03:00	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada		Refrigerada/Preservada		Refrigerada/Preservada	
Código del Cliente	RNegu1		RNegu2		RNegu3	
Código del Laboratorio	19042302		19042303		19042304	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
<b>Metales totales</b>						
Litio (Li)	0.00004	mg/L	0.00084	0.00097	0.00070	0.00024
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00009	0.00002	0.00011	0.00011
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0048	0.0052	0.0056	0.0039
Sodio (Na)	0.004	mg/L	0.477	1.584	1.696	0.487
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	2.676	1.377	1.332	2.493
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.691	0.521	1.347	0.751
Silicio (Si)	0.004	mg/L	4.020	6.430	7.569	4.417
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0.008	mg/L	8.603	13.760	16.199	9.453
Silicato (SiO <sub>2</sub> )	0.01	mg/L	10.89	17.43	20.51	11.97
Fosforo (P)	0.003	mg/L	0.049	0.062	0.043	0.046
Potasio (K)	0.008	mg/L	1.319	0.785	0.646	1.255
Calcio (Ca)	0.006	mg/L	16.488	13.844	10.210	17.861
Titanio (Ti)	0.00008	mg/L	0.00650	0.00316	0.00550	0.00617
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00096	0.00133	0.00227	0.00103
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0006	0.0004	0.0005	0.0006
Manganeso (Mn)	0.000008	mg/L	0.040804	0.029986	0.026608	0.041295
Hierro (Fe)	0.00006	mg/L	0.77753	0.46308	0.86912	0.95778
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.000377	0.000207	0.000314	0.000397
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	0.00044	0.00031	0.00049	0.00055
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0010	0.0008	0.0016	0.0011
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.00393	0.01518	0.04860	0.00978
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00018	0.00007	0.00020	0.00018
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00007	0.00003	0.00007	0.00008
Arsenico (As)	0.00002	mg/L	0.00025	0.00029	0.00033	0.00024
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00003	mg/L	0.00219	0.00132	0.00135	0.00221
Estroncio (Sr)	0.00002	mg/L	0.08885	0.04889	0.04635	0.08104
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00009	0.00011	0.00022	0.00010
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00007	0.00004	0.00005	0.00004
Molibdeno (Mo)	0.00004	mg/L	0.00013	0.00017	0.00008	0.00010
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00026	0.00018	0.00011	0.00019
Cadmio (Cd)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Indio (In)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estaño (Sn)	0.0006	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cesio (Cs)	0.00003	mg/L	0.00012	0.00006	0.00010	0.00010
Bario (Ba)	0.00004	mg/L	0.01910	0.03260	0.02650	0.01950
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000829	0.000291	0.000571	0.000831
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.002344	0.000761	0.001198	0.002342
Terbio (Tb)	0.00002	mg/L	0.00003	<0.00002	0.00003	0.00004
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000013	0.000005	0.000009	0.000013
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00002	<0.00001	<0.00001	0.00001
Wolframio (W)	0.00003	mg/L	0.00019	0.00011	0.00007	0.00006
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00012	0.00005	0.00002	<0.00002
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0006	0.0003	0.0005	0.0007
Bismuto (Bi)	0.000005	mg/L	0.000014	<0.000005	<0.000005	<0.000005
Torio (Th)	0.000006	mg/L	0.000080	0.000033	0.000017	0.000029
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000123	0.000058	0.000074	0.000128

L.D.M.: límite de detección del método.

Lima, 13 de Mayo del 2019.

Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
C.Q.P. N° 648

Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: F. 02/Versión: 08/F.E.03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.  
OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento y menos que con la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.  
• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 3 de 3



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005  
Versión: 05  
F.E: 10/2016

Página.....de .....

Cliente: Rocio del Pilar Quintana Elguera Contacto: \_\_\_\_\_ E-mail: rpilarguina@gmail.com Telef.(s) 974 996 575  
 Lugar: Rio Neguache - Puerto Bermudez Empresa: \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_ Proyecto: Tesis  
 Carta/Cotización: Nº 2019-06 VG - 32-1 MUESTREADO POR SAG  MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU			ANÁLISIS DE LABORATORIO											Nº Informe: <u>13393-2019</u>	CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
	FECHA	HORA		PH	Conductiv.	Temperatura	Met y Grs	Cloruro	Color	DBO5	Fenoles	Fósforo Total	NO3	Nitritos	Oxígeno D	TSS	Sulfuros			
R.Negu 1	12/06/2019	9:00	Aguade rro	7.9	190	26.50	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19060403	
R.Negu 2	12/06/2019	11:20	Aguade rro	7.75	200	29.10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19060404	
R.Negu 3	12/06/2019	13:00	Aguade rro	7.8	208	30.22	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19060405	
R.Negu 4	12/06/2019	14:30	Aguade rro	7.45	186	30.53	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19060406	

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
 14 JUN 2019  
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: Las muestras fueron recolectadas en la época de verano

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_ Recibido en laboratorio: N/n  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_ Dia/Hora: 07:15

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE-047

**INFORME DE ENSAYO N° 133393 – 2019  
CON VALOR OFICIAL**

**RAZÓN SOCIAL** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. LOS ANDES C2 - INT. 19 - SAN LUIS SECT 1 - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO  
**SOLICITADO POR** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**REFERENCIA** : TESTIS  
**PROCEDENCIA** : RÍO NEGUACHE - PUERTO BERMÚDEZ  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 2019-06-14  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2019-06-14 AL 2019-06-21  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2019-06-12  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Aceites y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry, 2010	0.5 <sup>(a)</sup>	mg/L
Cianuro libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>1</sup> J.E, 23rd Ed. 2017. Cyanide. Cyanogen Chloride Colorimetric Method	0.004	mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Cromo Hexavalente (VI)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017. / EPA-SW-846 Method 7196A, Rev. 1 (1992). Chromium. Colorimetric Method. / Chromium, Hexavalent (Colorimetric).	0.007	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Fenoles	EPA-SW-846, Method-9065, Phenolics (Spectrophotometric Manual 4-AAP with distillation), 1996.	0.001	mg/L
Fósforo Total o fósforo (P)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed. 2017. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.	0.013	P mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO <sub>3</sub> - N mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH <sub>3</sub> -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH <sub>3</sub> -N mg/L
Oxígeno Disuelto OD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved): Azide Modification.	0.5 <sup>(a)</sup>	O <sub>2</sub> mg/L
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S <sup>2-</sup> D, Sulfide, 23rd Ed. 2017. Methylene Blue Method.	0.002	S <sup>2-</sup> mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio.	EPA Method 200.8 Revision 5.4, 1994 (Validado). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Expresado como límite de detección del método.

Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
C.O.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: FI 02/Version: 08/F: E-03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.

• Para cambiar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 1 de 3  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE-047

**INFORME DE ENSAYO N° 133393 – 2019  
CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Agua de Rio	Agua de Rio	Agua de Rio	Agua de Rio
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo	2019-06-12	2019-06-12	2019-06-12	2019-06-12
Hora de inicio de muestreo (h)	09:00	11:20	13:00	14:30
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente				
Código del Laboratorio	19060403	19060404	19060405	19060406
Ensayo	Unidad	Resultados		
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5
Cianuro libre	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004
Color (Color verdadero) (1)	CU	<5	21.2	25.6
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2.0	<2.0	<2.0
Fenoles	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001
Fósforo Total o fósforo (P)	P mg/L	0.043	0.105	0.042
Nitratos	NO <sub>3</sub> - N mg/L	0.555	0.046	0.286
Nitrógeno Amomiacal / NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> - N mg/L	<0.020	<0.020	<0.020
Oxígeno Disuelto OD	O <sub>2</sub> mg/L	7.33	6.04	6.94
Sulfuros	S <sup>2-</sup> mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	13.24	4.5	9.11

(1) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Cb).

** Resultados de campo proporcionados por el cliente					
Parámetro	Unidades	RNegu1 19060403	RNegu2 19060404	RNegu3 19060405	RNegu4 19060406
**Coordenadas	UTM WGS 84	0526792E 8851717N	0519406E 8853202N	0517447E 8854858N	0517445E 8854858N
**Altitud	msnm	140	140	141	131
**pH	unid. pH	7.90	7.75	7.80	7.45
**Temperatura	°C	26.50	29.10	30.22	30.53
**Conductividad	µS/cm	180	180	200	186

\*\* Resultados proporcionados por el cliente, no forman parte del alcance de la acreditación.

17035  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: FI 02/ Versión: 08/ F. E. 03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency, ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: ● Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. ● Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. ● Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. ● Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. ● Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima ● Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 2 de 3  
● Central Telefónica (511) 425-6885 ● Web: www.sagperu.com ● Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N° LE-047

**INFORME DE ENSAYO N° 133393 - 2019 CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río		
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural		
Fecha de muestreo	2019-06-12	2019-06-12	2019-06-12	2019-06-12		
Hora de inicio de muestreo (h)	09:00	11:20	13:00	14:30		
Condiciones de la muestra	Preservada	Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada		
Código del Cliente	RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4		
Código del Laboratorio	19060403	19060404	19060405	19060406		
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
<b>Metales totales</b>						
Litio (Li)	0.00004	mg/L	0.00184	0.0020	0.00312	0.00156
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00023	0.00004	<0.00001	0.00005
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0050	0.0095	0.01	0.0025
Sodio (Na)	0.004	mg/L	0.954	4.48	5.234	0.943
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	4.453	1.72	2.612	4.431
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.071	0.052	0.103	0.08
Silicio (Si)	0.004	mg/L	2.735	2.940	2.901	2.586
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0.008	mg/L	5.843	6.301	6.210	5.71
Silicato (SiO <sub>2</sub> )	0.01	mg/L	7.38	7.82	7.81	7.21
Fosforo (P)	0.003	mg/L	0.003	0.051	0.005	0.001
Potasio (K)	0.008	mg/L	0.683	0.501	0.510	0.672
Calcio (Ca)	0.006	mg/L	19.481	16.782	20.118	19.337
Titanio (Ti)	0.00008	mg/L	0.00112	0.0018	0.00223	0.00084
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00072	0.00074	0.00146	0.00051
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Manganeso (Mn)	0.00008	mg/L	0.015023	0.017941	0.049017	0.017342
Hierro (Fe)	0.00006	mg/L	0.1224	0.12032	0.12630	0.12482
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.000223	0.000091	0.000151	0.000082
Níquel (Ni)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0010	0.0014	0.0014	0.00151
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.00770	0.00410	0.00397	0.00151
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00017	0.00002	0.00004	0.00004
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00008	0.00002	0.00003	<0.00002
Arsénico (As)	0.00002	mg/L	0.00022	0.00035	0.0004	0.00012
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00003	mg/L	0.00157	0.0011	0.00092	0.00136
Estroncio (Sr)	0.00002	mg/L	0.318	0.1319	0.19012	0.31362
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.0002	0.00014	0.00018	0.0003
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00015	0.00004	0.0001	0.00002
Molibdeno (Mo)	0.00004	mg/L	0.00083	0.00054	0.00004	0.00052
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00031	0.00012	0.00004	0.00005
Cadmio (Cd)	0.00003	mg/L	0.00025	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Indio (In)	0.00003	mg/L	0.00006	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estañio (Sn)	0.0006	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cesio (Cs)	0.00003	mg/L	0.00027	<0.00003	0.00008	<0.00003
Bario (Ba)	0.00004	mg/L	0.03323	0.06332	0.07079	0.03412
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000342	0.00011	0.000321	0.000167
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000611	0.000252	0.000633	0.000483
Terbio (Tb)	0.00002	mg/L	0.00022	0.00003	0.0001	<0.00002
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000211	0.000025	0.000082	0.000007
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00234	<0.00001	0.00011	<0.00001
Wolframio (W)	0.00003	mg/L	0.00089	0.00012	0.00021	<0.00003
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00122	0.00014	0.0002	0.00004
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0007	<0.0001	0.0005	0.0001
Bismuto (Bi)	0.000005	mg/L	0.000101	<0.000005	<0.000005	<0.000005
Torio (Th)	0.000006	mg/L	0.000676	0.000135	<0.000176	0.000074
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000525	0.000148	0.000165	0.000296

L.D.M.: límite de detección del método.

Lima, 25 de Junio del 2019.

Quim. **Barbel Y. Fajardo León**  
C.Q.P. N° 548  
Asesor Técnico Químico

**EXPERTS WORKING FOR YOU**

Cod.: FI 02/Version: 08/F.E:03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. • Luego serán eliminadas.

• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima

• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005  
Versión: 05  
F.E: 10/2016

Página.....de .....

Cliente: Rocio del Pilar Quintana Elguera Contacto: \_\_\_\_\_ E-mail: rpilarquintana@gmail.com Telef.(s) 974 996 575  
 Lugar: Rio Negusche - Puerto Bermudez Empresa: \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_ Proyecto: Tess  
 Carta/Cotización: Nº 2019-08VG-85-1 MUESTREADO POR SAG  MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO o CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU			ANÁLISIS DE LABORATORIO												Nº Informe: <u>136085-2019</u>	CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
	FECHA	HORA		PH	Conductividad	Temperatura	Mejillas y Grapas	Cianuro Libre	Color	DBOs	Fenoles	F. Total	Nitrosos	Nitrosos Amoniacal	OD	TSS	Sulfuros	Concentración de Residuo de M. Totales			
RNegu 1	31/08/2019	13:00	Agua de río	8.84	171	26.70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19090037	
RNegu 2	31/08/2019	14:30	Agua de río	7.70	171	29.93	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19090038	
RNegu 3	31/08/2019	16:00	Agua de río	7.90	171	31.65	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19090039	
RNegu 4	31/08/2019	17:00	Agua de río	8.27	183	26.65	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19090040	

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES  
**RECIBIDO**  
 02 SEP 2019  
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS  
 SAG

Observaciones de Muestreo: Las muestras fueron recolectadas en la Época de Verano

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_ Recibido en laboratorio: N/n  
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: \_\_\_\_\_ Firma(s): \_\_\_\_\_ Día/Hora: 05:00

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

### INFORME DE ENSAYO N° 136085 - 2019 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. LOS ANDES C2 - INT. 19 - SAN LUIS SECT 1 - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO  
**SOLICITADO POR** : QUINTANA ELGUERA, ROCÍO DEL PILAR  
**REFERENCIA** : TESIS  
**PROCEDECENCIA** : RÍO NEGUACHE - PUERTO BERMÚDEZ  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 2019-09-02  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2019-09-02 AL 2019-09-09  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2019-08-31  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Aceites y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method-1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5 <sup>(a)</sup>	mg/L
Cianuro libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> J, E, 23rd Ed. 2017. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method.	0.004	mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Cromo Hexavalente (VI)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017. / EPA-SW-846 Method 7196A, Rev. 1 (1992). Chromium. Colorimetric Method. / Chromium, Hexavalent (Colorimetric).	0.007	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Fenoles	EPA-SW-846, Method-9065. Phenolics (Spectrophotometric Manual 4-AAP with distillation). 1986.	0.001	mg/L
Fósforo Total o fósforo (P)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 23rd Ed. 2017. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.	0.013	P mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH <sub>3</sub> -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> N mg/L
Oxígeno Disuelto OD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.	0.5 <sup>(a)</sup>	O <sub>2</sub> mg/L
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S <sup>2-</sup> D. Sulfide. 23rd Ed. 2017. Methylene Blue Method.	0.002	S <sup>2-</sup> mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
<b>METALES TOTALES Y DISUELTOS por ICP-MS:</b> Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
<b>METALES TOTALES Y DISUELTOS por ICP-MS:</b> Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silice, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio.	EPA Method 200.8 Revision 5.4. 1994 (Validado). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Expresado como límite de detección del método.

Quim. **Barbeth Y. Fajardo León**  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: FI 02/Version: 08/FE 03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.  
• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo: laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

#### SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 1 de 4

• Central Telefónica (511) 425-6865 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 136085 - 2019 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	
Fecha de muestreo	2019-08-31	2019-08-31	2019-08-31	2019-08-31	
Hora de inicio de muestreo (h)	13:00	14:30	16:00	17:00	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente	RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4	
Código del Laboratorio	19090037	19090038	19090039	19090040	
Ensayo	Unidad	Resultados			
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cianuro libre	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Color (Color verdadero) <sup>(1)</sup>	CU	<5	20.6	24.1	<5
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Fenoles	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Fósforo Total o fósforo (P)	P mg/L	0.042	0.091	0.102	0.041
Nitratos	NO <sub>3</sub> - N mg/L	0.552	0.045	0.284	0.173
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> - N mg/L	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
*Oxígeno Disuelto OD	O <sub>2</sub> mg/L	7.31	6.03	6.92	7.46
Sulfuros	S <sup>-</sup> mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	12.88	3.1	8.12	15.1

(1) Color Verdadero...CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

\*El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA debido a que la muestra no es idénea para el ensayo, por no cumplir con el volumen según la metodología.

Parámetro	Unidades	**Resultados de campo proporcionados por el cliente			
		RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4
		19090037	19090038	19090039	19090040
**Coordenadas	UTM WGS 84	0526792E	0519406E	0517447E	0517445E
		8851717N	8853202N	8854858N	8854858N
**Altitud	msnm	140	140	141	131
**pH	unid. pH	8.84	17.7705	7.90	8.27
**Temperatura	°C	26.70	29.93	31.65	28.85
**Conductividad	uS/cm	171	171	199	183

\*\*Resultados proporcionados por el cliente, no forman parte del alcance de la acreditación.

Quim. Belboh Y. Fajardo León  
C. Q. P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: FI 02/Version: 08/F.E.03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 2 de 4

• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

**INFORME DE ENSAYO N° 136085 - 2019  
CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río		
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural		
Fecha de muestreo	2019-08-31	2019-08-31	2019-08-31	2019-08-31		
Hora de inicio de muestreo (h)	13:00	14:30	16:00	17:00		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada		
Código del Cliente	RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4		
Código del Laboratorio	19090037	19090038	19090039	19090040		
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
<b>Metales totales</b>						
Litio (Li)	0.00004	mg/L	0.00186	0.0023	0.00328	0.00164
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00027	0.00006	<0.00001	0.00006
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0053	0.0098	0.01	0.0028
Sodio (Na)	0.004	mg/L	0.957	4.59	5.324	0.952
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	4.559	1.79	2.626	4.453
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.078	0.059	0.107	0.09
Silicio (Si)	0.004	mg/L	2.741	2.946	2.904	2.692
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0.008	mg/L	5.867	6.304	6.215	5.76
Silicato (SiO <sub>2</sub> )	0.01	mg/L	7.43	7.98	7.87	7.29
Fosforo (P)	0.003	mg/L	0.004	0.056	0.008	0.004
Potasio (K)	0.008	mg/L	0.687	0.506	0.512	0.686
Calcio (Ca)	0.006	mg/L	19.497	16.794	20.225	19.445
Titanio (Ti)	0.00008	mg/L	0.00118	0.0022	0.00231	0.00099
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00072	0.00074	0.00146	0.00051
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Manganeso (Mn)	0.000008	mg/L	0.015034	0.017955	0.049023	0.017359
Hierro (Fe)	0.00006	mg/L	0.1231	0.12038	0.12634	0.12487
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.000229	0.000094	0.000152	0.000086
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0012	0.0016	0.0016	0.0004
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.00772	0.00411	0.00399	0.00152
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00019	0.00003	0.00005	0.00005
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00009	0.00002	0.00004	<0.00002
Arsenico (As)	0.00002	mg/L	0.00024	0.00037	0.0005	0.00014
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00003	mg/L	0.00168	0.0014	0.00097	0.00149
Estroncio (Sr)	0.00002	mg/L	0.323	0.1322	0.19014	0.31363
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.0002	0.00016	0.00021	0.0003
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00017	0.00005	0.0001	0.00002
Molibdeno (Mo)	0.00004	mg/L	0.00085	0.00056	0.00062	0.00053
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00033	0.00013	0.00004	0.00006
Cadmio (Cd)	0.00003	mg/L	0.00025	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Indio (In)	0.00003	mg/L	0.00006	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estahio (Sn)	0.0006	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cesio (Cs)	0.00003	mg/L	0.00027	<0.00003	0.00008	<0.00003
Bario (Ba)	0.00004	mg/L	0.03327	0.06336	0.07081	0.03417
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000344	0.00012	0.000322	0.000169
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000611	0.000254	0.000636	0.000487
Terbio (Tb)	0.00002	mg/L	0.00023	0.00003	0.0001	<0.00002
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000211	0.000027	0.000084	0.000008
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00237	<0.00001	0.00011	<0.00001
Wolframio (W)	0.00003	mg/L	0.00091	0.00013	0.00022	<0.00003
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00123	0.00015	0.0002	0.00005
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0008	<0.0001	0.0005	0.0001
Bismuto (Bi)	0.000005	mg/L	0.000101	<0.000005	<0.000005	<0.000005
Torio (Th)	0.000006	mg/L	0.000686	0.000146	0.000178	0.000086
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000527	0.000151	0.000172	0.000309

L.D.M.: límite de detección del método.

Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

Cod.: FI 02/Version: 08/FE 03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

**OBSERVACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com). • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 3 de 4  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) • Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com)



**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N° LE - 047

**INFORME DE ENSAYO N° 136085 - 2019 CON VALOR OFICIAL**

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río		
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural		
Fecha de muestreo	2019-08-31	2019-08-31	2019-08-31	2019-08-31		
Hora de inicio de muestreo (h)	13:00	14:30	16:00	17:00		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada		
Código del Cliente	RNegu1	RNegu2	RNegu3	RNegu4		
Código del Laboratorio	19090037	19090038	19090039	19090040		
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
<b>Metales Disueltos</b>						
Litio (Li)	0.00004	mg/L	0.00126	0.00208	0.00251	0.00109
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00012	<0.00001	<0.00001	0.00003
Boro (B)	0.00002	mg/L	0.0049	0.0095	0.0093	0.0019
Sodio (Na)	0.004	mg/L	0.896	4.576	5.271	0.952
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	4.213	1.772	2.584	4.408
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.019	0.005	0.004	0.013
Silicio (Si)	0.004	mg/L	2.684	2.836	2.826	2.59
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0.008	mg/L	5.743	6.068	6.048	5.543
Silicato (SiO <sub>2</sub> )	0.01	mg/L	7.27	7.68	7.66	7.02
Fosforo (P)	0.003	mg/L	<0.003	0.046	<0.003	<0.003
Potasio (K)	0.008	mg/L	0.65	0.486	0.511	0.674
Calcio (Ca)	0.006	mg/L	19.361	16.786	19.892	19.376
Titanio (Ti)	0.00008	mg/L	<0.00008	0.00012	0.00069	<0.00008
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00048	0.00065	0.00104	0.00038
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Manganeso (Mn)	0.00008	mg/L	0.000084	0.000571	0.000386	<0.00008
Hierro (Fe)	0.00006	mg/L	0.00703	0.02527	0.01148	0.00121
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.000036	0.000043	0.000047	0.000015
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0009	0.0007	0.0011	0.0004
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.00063	0.00087	0.00116	<0.00005
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00006	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00003	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Arsenico (As)	0.00002	mg/L	0.00014	0.00029	0.00045	0.00011
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00003	mg/L	0.00153	0.00131	0.00086	0.00134
Estroncio (Sr)	0.00002	mg/L	0.32166	0.13074	0.18648	0.31299
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.0002	0.00007	0.00007	0.00003
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00013	0.00004	0.00004	<0.00002
Molibdeno (Mo)	0.00004	mg/L	0.00047	0.00041	0.00038	0.00032
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00024	0.00011	0.00003	0.00003
Cadmio (Cd)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Indio (In)	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estaño (Sn)	0.0006	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cesio (Cs)	0.00003	mg/L	0.00023	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Bario (Ba)	0.00004	mg/L	0.03118	0.06126	0.06437	0.03236
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000092	0.000028	0.000036	<0.000002
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000108	0.000046	0.000052	<0.000004
Terbio (Tb)	0.00002	mg/L	0.00012	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000112	0.000008	0.000011	<0.000001
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.0002	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Wolframio (W)	0.00003	mg/L	0.00049	0.00007	0.00007	<0.00003
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00069	0.00013	0.00014	0.00004
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0005	<0.0001	0.0003	<0.0001
Bismuto (Bi)	0.000005	mg/L	0.000101	<0.000005	<0.000005	<0.000005
Torio (Th)	0.000006	mg/L	0.000374	0.000121	0.000162	0.000062
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000377	0.000103	0.000158	0.000304

L.D.M.: límite de detección del método.

Lima, 12 de Setiembre del 2019.

**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

**EXPERTS WORKING FOR YOU**

Cod.: FI 02/vers/001-08/FE/03/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sageru.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacara Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima **Página 4 de 4**  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sageru.com • Contacto Electrónico sageru@sageru.com