UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE DE LA CUENCA DEL RÍO OSMORE REGIÓN MOQUEGUA 2018"

TESIS

PRESENTADA POR:

BACH. CANDY JESSENIA MAQUERA AYMER

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERU

2022

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA UNAM FEDATARIO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Folio Nº 033

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD Nº 360-2022-FACIA-UNAM

Fecha: 19-12-2022

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) EN ÉPOCA DE AVENIDO Y ESTIAJE DE LA CUENCA DEL RÍO OSMORE REGIÓN MOQUEGUA 2018

Bachiller: CANDY JESSENIA MAQUERA AYMER

Asesor Principal: M.Sc. RODOLFO RAFAEL SANCHEZ VALENCIA

Co-Asesor: —

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [ ] Virtual [X]

Con nota: CATORCE (14) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 17:00 horas, del 19 de DICIEMBRE del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Dr. EDUARDO LUIS FLORES QUISPE
Presidente

MSc. Sheyla Zevallos Farfán
Primer Miembro

Mg. Alex Tejada Cáceres
Segundo Miembro

Candy Jessenia Maquera Aymer
Bachiller
73877787

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico a Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres Mario que en paz descansa y a mi madre Gloria pues sin su aliento, paciencia y amor no lo hubiera logrado y quienes, con su esfuerzo, y sacrificio me dieron la oportunidad de poder tener una profesión.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por permitirme seguir poder avanzando con las metas y objetivos que me he propuesto, por darme salud, por darme una familia única, y por levantarme después de los momentos difíciles, para poder seguir paso a paso un camino, que me falta mucho por recorrer aún.

A mi asesor el Msc. Rodolfo Rafael Sánchez Valencia, quien ha sido el sustento científico para mi proyecto y que me ha encaminado en mi vida profesional siendo siempre perseverante, agradezco la confianza en mi persona y apoyarme con la culminación del presente proyecto, por dedicar su tiempo y esfuerzo en el presente proyecto.

Finalmente, a mi alma mater la Universidad Nacional de Moquegua, Institución Pública, donde durante 5 años me transmitió conocimiento y me dio todas las herramientas para formarme como un profesional, y que finalmente financio el presente proyecto a través del canon.

Gracias.

RESUMEN

El presente estudio de investigación se desarrolló en la región de Moquegua, y se ejecutó desde agosto del 2020 a marzo de 2021 durante el periodo de estado de emergencia, el estudio se desarrolló en época de avenida y estiaje de la Cuenca del Rio Osmore, el objetivo del presente estudio de investigación fue: analizar los niveles de concentración metales pesados (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) en época de avenida y estiaje de la cuenca del río Osmore, región Moquegua. Para ello, se determinó nueve estaciones de monitoreo establecidas en zonas estratégicas con facilidad de acceso, las muestras de agua superficial se colectaron siguiendo el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales". Las muestras que se recolectaron fueron analizadas en un laboratorio acreditado por INACAL en el cual utilizaron el método ICP EPA Method 6020B.Los resultados obtenidos mostraron que durante la época de estiaje los metales pesados que superaron el ECA para agua 2017 son el aluminio con concentraciones de 8.513 mg/L y 5.30 mg/L, hierro (7.138 mg/L), boro (2.28 mg/L, 2.22 mg/L, 1.689 mg/L,1.655 mg/L,1.045mg/L y 1.128 mg/L) y manganeso (0.8063 mg/L, 0.3840 mg/L). En cuanto a la época de avenida el boro supero el ECA para agua con valores de (1.489 mg/L,1.372 mg/L.) y manganeso con 0.3985 mg/L. El mayor caudal registrado en la época de estiaje fue de 1.88 m^3/s y el menor caudal registrado es de 0.085 m^3/s, en la época de avenida se registraron valores menores que en la época de estiaje, donde el mayor caudal registrado fue de 1.001 m^3/s y el menor 0.014 m^3/s. En cuanto al pH las medidas que se registraron superaron el ECA para agua, época de estiaje (8.47,8.45,8.86,8.41 y 8.54) y en la época de avenida (8.46,8.57,8.67). Las aguas superficiales de la Cuenca del Rio Osmore, pudieron estar influenciadas por actividades mineras y agrícolas, por otra parte, en una sección del rio que no tuvo influencia de actividades se concentraron valores que sobrepasan los ECA para agua, por lo que indicaría que los suelos tienen características mineralógicas naturales.

ABSTRACT

The present research study was developed in the Moquegua region, and was executed from August 2020 to March 2021 during the state of emergency period, the study was developed in flood and low water levels of the Osmore River Basin, the objective of this research study was: to analyze the concentration levels of heavy metals (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) in flood and low water levels of the Osmore River Basin, Moquegua region. For this purpose, nine monitoring stations were established in strategic areas with easy access; surface water samples were collected following the "National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources". The samples that were collected were analyzed in a laboratory accredited by INACAL in which they used the ICP EPA Method 6020B.The results obtained showed that during the low water season the heavy metals that exceeded the ECA for water 2017 are aluminum with concentrations of 8. 513 mg/L and 5.30 mg/L, iron (7.138 mg/L), boron (2.28 mg/L, 2.22 mg/L, 1.689 mg/L,1.655 mg/L,1.045mg/L and 1.128 mg/L) and manganese (0.8063 mg/L, 0.3840 mg/L). As for the flood season, boron exceeded the ECA for water with values of (1.489 mg/L, 1.372 mg/L) and manganese with 0.3985 mg/L. The highest flow recorded in the dry season was 1.88 m3/s and the lowest flow recorded was 0.085 m3/s. In the flood season, lower values were recorded than in the dry season, where the highest flow recorded was 1.001 m3/s and the lowest was 0.014 m3/s. In terms of pH, the measurements recorded exceeded the ECA for water during the dry season (8.47,8.45,8.86,8.41 and 8.54) and during the flood season (8.46,8.57,8.67). The surface waters of the Osmore River Basin may have been influenced by mining and agricultural activities; on the other hand, in a section of the river that was not influenced by activities, values exceeding the ECA for water were concentrated, which would indicate that the soils have natural mineralogical characteristics.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN 11
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14
1.1. Descripción de la Realidad Problemática 14
1.2. Formulación del Problema 15
1.2.1. Interrogante General 15
1.2.2. Interrogantes específicas 15
1.3. Justificación 16
1.4. Objetivos 17
1.4.1. Objetivo General 17
1.4.2. Objetivos Específicos 17
1.5. Hipótesis 17
1.6. Variables 18
1.6.1. Variable Independiente 18
1.6.2. Variable Dependiente 18
CAPITULO II: MARCO TEORICO 19
2.1. Antecedentes del Estudio 19
2.1.1. Internacional 19
2.1.2. NACIONAL 22
2.1.3. LOCAL 25
2.2. Bases Teóricas 28
2.2.1. Contaminación del Agua 28
2.2.1.1. Contaminantes Acuáticos 29
2.2.1.2. Contaminación con Nutrientes 29
2.2.1.3. Contaminación Microbiológica 30
2.2.1.4. Contaminantes Químicos 30
2.2.2. Metales Pesados 31
2.2.2.1. Arsénico 32
2.2.2.2. Plomo 33
2.2.2.3. Aluminio 35
2.2.2.4. Cobre 36
2.2.2.5. Cadmio 37
2.2.2.6. Hierro 39
2.2.2.8. Boro 40
2.2.2.9. Manganeso 41
2.2.3. Marco Legal para Metales Pesados en Aguas Superficiales 41
2.2.4. Descripción De La Cuenca Del Rio Osmore 42
2.2.4.1. Ubicación 42

2.2.4.2. Hidrografía 43
2.2.5. pH 43
2.2.6. Temperatura 44
2.2.7. Marco Legal 44
2.3. Definición de Términos 45
2.3.1. Rio 45
2.3.2. Caudal 46
2.3.3. Calidad de agua 46
2.3.4. Peso atómico 46
2.3.5. Concentración 46
2.3.6. Cadena de custodia 46
2.3.7. Calibración 46
2.3.8. Temperatura del agua 47
2.3.9. Impacto Ambiental 47
2.3.10. Flora y fauna 47
2.3.11. Laboratorio acreditado 47
2.3.12. Monitoreo de la calidad de agua 47
2.3.13. Muestra de agua 48
2.3.14. Parámetro in situ 48
2.3.15. Parámetro ex situ 48
2.3.16. Preservación de muestra 48
2.3.17. pH 48
2.3.18. Correntómetro 49
2.3.19. Coordenadas UTM 49
2.3.20. Cuenca Hidrográfica 49
2.3.21. Ecosistema 49
2.3.22. Efluente 49
2.3.23. Equipo multiparámetro 49
2.3.24. Equipo de posicionamiento Global-GPS 50
2.3.25. Época de avenida 50
2.3.26. Época de estiaje 50
2.3.27. Refrigerante 50
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 51
3.1. Tipo y Nivel de Investigación 51
3.2. Ámbito Temporal y Espacial 51
3.3. Población y Muestra 52
3.3.1. Población 52
3.3.2. Muestra 52
3.3.3. Estaciones de monitoreo 53
3.4. Instrumentos 54
3.4.1. Equipos 54

3.4.2. Soluciones y Reactivos 54
3.4.3. Materiales 54
3.4.4. Formatos 55
3.4.5. EPP 55
3.4.6. Servicios 55
3.5. Procedimientos 55
3.5.1. Planificación del monitoreo 56
3.5.2. Acondicionamiento 56
3.5.3. Medición de parámetros In situ 57
3.5.4. Medición de pH 57
3.5.5. Medición de Temperatura. 58
3.5.6. Medición del caudal 58
3.5.7. Toma de muestras para parámetros ex situ 58
3.5.8. Rotulado y Etiquetado 59
3.5.9. Envío y análisis de muestras 59
3.6. Análisis de Datos 59
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 61
4.1. Resultados 61
4.1.1 Parámetros de laboratorio 61
4.1.2 Parámetros de campo 83
4.1.1.1.Caudal 83
4.1.1.1.1.Correlación de caudal y metales pesados. 84
4.1.1.2.Temperatura 85
4.1.1.3.pH 87
4.2. Discusión 90
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES 97
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES 98
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS 99
CAPÍTULO VIII: ANEXOS 106

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable Independiente 18
Tabla 2 Variable Dependiente 18
Tabla 3 Industria y Contaminación por Metales 32
Tabla 4 Toxicidad del Plomo 34
Tabla 5 Estándares de Calidad Ambiental para Agua 42
Tabla 6 Estaciones de monitoreo 53
Tabla 7 Estaciones de Monitoreo y Coordenadas 61
Tabla 8 Prueba de Normalidad de las Muestras Según Metales Pesados 62
Tabla 9 Comparación de Contenidos de Aluminio entre Monitoreo y Ríos 64
Tabla 10 Prueba Post-Hoc de Comparaciones de Contenido de Aluminio. 64
Tabla 11 Comparación de Contenidos de Hierro de Monitoreos y Estaciones 67
Tabla 12 Comparación de Contenidos de Boro entre Monitoreos y Estaciones 69
Tabla 13 Prueba Post- Hoc de Comparaciones de Contenido de Boro 70
Tabla 14 Estándares de Calidad Ambiental para Boro 70
Tabla 15 Comparación de Contenido de Manganeso entre Monitoreos y Estaciones 71
Tabla 16 Comparación de Contenido de Plomo entre Monitoreos y Estaciones. 73
Tabla 17 Comparación de Contenidos de Arsénico entre Monitoreo y Ríos 75
Tabla 18 Prueba Post – Hoc de Comparaciones de Contenido de Arsénico. 76
Tabla 19 Comparación de Contenidos de Cobre entre Monitoreos y Ríos 77
Tabla 20 Comparación de Contenidos de Cadmio entre Monitoreo y Ríos. 79
Tabla 21 Comparación de Contenidos de Níquel entre Monitoreos y Ríos 81
Tabla 22 Prueba Post – Hoc de comparaciones de Contenido de Níquel. 82
Tabla 23 Correlación entre Caudal y metal Pesado en Diferentes Monitoreos. 84
Tabla 24 Valores Descriptivos de las temperaturas Registradas 86
Tabla 25 Valores Descriptivos de pH Registrado. 87
Tabla 26 Registro de pH de las Estaciones de Monitoreo. 88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procedimiento de Monitoreo 56
Figura 2 Resultados de las Concentraciones de Metales Pesados 63
Figura 3 Comparacion de Contenidos de Aluminio entre Rios 65
Figura 4 Aluminio con Estándares de Calidad Ambiental 66
Figura 5 Estándares de Calidad Ambiental para Hierro 68
Figura 6 Estándares de Calidad Ambiental para Manganeso 72
Figura 7 Estándares de Calidad Ambiental Agua para Plomo 74
Figura 8 Estándares de Calidad Ambiental para Arsénico 76
Figura 9 Estándares de Calidad Ambiental para Cobre. 78
Figura 10 Estándares de Calidad Ambiental para Cadmio 80
Figura 11 Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Níquel 82
Figura 12 Variación del Caudal en las Estaciones de Monitoreo 83
Figura 13 Datos de Temperatura durante los 3 Monitoreos. 85
Figura 14 Caja de Bigotes de Temperatura 86
Figura 15 Datos de pH de los 3 Monitoreos. 88
Figura 16 Comparación de pH Según Monitoreo 89

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, más de 3.000 millones de personas corren el riesgo de contraer enfermedades porque se desconoce la calidad del agua de sus ríos, lagos y aguas subterráneas; mientras tanto, una quinta parte de las cuencas hidrográficas del mundo están experimentando fluctuaciones dramáticas en la disponibilidad de agua, y 2.300 millones de personas viven en países que padecen “estrés hídrico”, incluidos 721 millones en áreas donde la situación del agua es “crítica”, según una investigación reciente llevada a cabo por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Gonzales et al., (2014) nos menciona que el Perú cuenta con una de las mayores reservas de agua en América Latina, y se ubica entre los 20 países con mayor disponibilidad de recurso hídrico. El 65% de la población peruana que habita la costa tiene disponibilidad solo del 1,7% de agua de todo el país. Esto difiere con la cuenca del Amazonas en el cual se localiza el 97,7% del agua, y que está es utilizada para el 30% de la población. Para Gonzales et al., (2014), el agua es un componente de suma necesidad para la vida, pero además puede ser un agente que daña la salud de las poblaciones, cuando está contaminada con agentes infecciosos o químicos.

Durante los últimos años la contaminación de las aguas superficiales por metales pesados es un fuerte problema. Argota et al., (2012) indico que debido a que estos presentan una elevada toxicidad, alta persistencia y rápida acumulación por los organismos vivos. Los efectos tóxicos de los metales pesados no pueden ser detectados fácilmente a corto plazo, aunque si puede haber una incidencia importante a medio y largo plazo, los metales pesados tienen una gran dificultad para poder eliminarse del medio en el que se encuentran, puesto que los propios organismos los concentran en sus tejidos y transmiten a sus depredadores, en los que se acaban manifestando los síntomas. (Ríos et al., 2017).

(Chiang,1989, como se citó en Moreno et al.,2012) afirma que los metales pesados como el Pb, Fe, Cu, Zn, As, Cr, Cd, Mg, y algunos reactivos químicos utilizados en las plantas de tratamiento de minerales, en el corto plazo no se degradan, biológica ni químicamente en la naturaleza; por lo que son considerados tóxicos para la mayor parte de organismos. Yoci et al., 2017. sostiene que los compuestos que contienen metales pesados se pueden alterar, pero los elementos metálicos permanecen en el ambiente, pudiendo ser acumulados como iones o como integrantes de compuestos orgánicos en los organismos por largos períodos de tiempo.

Entre los metales de mayor importancia toxicológica y ecotoxicológica en medios acuáticos lo conforman principalmente: el mercurio (Hg), arsénico (As), cromo (Cr), plomo (Pb), cadmio (Cd), níquel (Ni) y zinc (Zn), pues para la mayoría de los organismos la exposición por encima de una concentración umbral puede ser extremadamente tóxica (Leon & Vega, 2019).

Nuestro país no escapa de esta realidad puesto que la contaminación de aguas superficiales, se deben principalmente a las actividades antropogénicas como la extracción de minerales, planta de tratamiento de aguas residuales, utilización de botaderos municipales cercanas a ríos, utilización de agroquímicos en actividades agrícolas y como fuente natural al terreno propio ya que nos encontramos en un territorio con características volcánicas.

En la provincia de Ilo, la Autoridad Nacional del Agua ha realizado estudios de calidad de agua de metales pesados presentes en el agua, evidenciando que aquellos con mayor concentración fueron el Aluminio (Al), Boro(B) y el Arsénico (As). Se carece de estudios que identifiquen la fuente exacta de contaminación, pero al ser el agua indispensable para la vida es de importante darle atención prioritaria.

La contaminación de ríos generalmente es atribuida a el impacto negativo de las mineras que son ubicadas a fuentes cercanas a ríos, también por el uso excesivo

de agroquímicos utilizados en actividades agrícolas los cuales generan residuos (envases) que contienen pequeñas cantidades de agroquímicos y por acción del viento son depositados en fuentes cercanas a ríos o suelos. Asimismo, el vertimiento de desagües descontrolado en zonas rurales y sin alcantarillado afectan el recurso hídrico.

La Ley General del Ambiente determinada por el Ministerio del Ambiente (MINAN) precisa a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) como “la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente”. En el país, los ECAs para aguas están aprobados en el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y su modificatoria Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En el Perú el tema de contaminación ambiental en los cuerpos de agua (ríos, mares y lagos), está asociada generalmente a empresas mineras, descarga de efluentes de planta de tratamientos de aguas residuales, botaderos municipales y agroquímicos. A pesar de tener normativas que regulan la calidad de agua en los cuerpos receptores, como lo son los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), estos no son supervisados con regularidad o carecen de una metodología apropiada para el correcto seguimiento.

En la región Moquegua encontramos dos cuencas hídricas que son de vital importancia para el desarrollo de las actividades humanas, la primera es la Cuenca del Rio Tambo, el cual compartimos con la Región de Arequipa, y la segunda la Cuenca del río Osmore, esta segunda, se encuentra desde su cabecera hasta su desembocadura en la Región de Moquegua, en la última década según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se ha proyectado que para el año 2025, Moquegua contara con una población de 198 646 habitantes. En los últimos años se ha visto una preocupación por la cantidad y calidad de aguas que contiene la cuenca del río Osmore.

La cuenca del Río Osmore, se encuentra formado principalmente por los ríos Huaracane, Torata y la microcuenca Tumilaca, estos a su vez forman el Rio Moquegua y en la Provincia de Ilo es conocido como Rio Osmore, estos ríos se encuentran influenciados por actividades mineras y agrícolas, que pueden aportar sustancias contaminantes al rio, de los cuales los más peligrosos son los metales pesados que a una concentración elevada, puede dañar la salud de la población, animales y deteriorar la calidad de agua.

Las concentraciones elevadas de los metales presentes en el agua pueden causar intoxicaciones agudas y crónicas, deterioro de la calidad de agua,

disminución de flora y fauna endémica por la exposición prolongada, debido a que algunos metales pesados tienen la capacidad de bioacumulación.

Uno de los problemas sociales más resaltados en el año 2018 es el tema del agua, tanto la falta de agua por la ausencia de lluvias que puso en estado de emergencia al Gobierno Regional de Moquegua por el bajo caudal, como también la calidad de agua a la que se tiene acceso.

1.2. Formulación del Problema

En este sentido, el presente proyecto de investigación plantea las siguientes interrogantes:

1.2.1. Interrogante General

¿La concentración de metales pesados en época de avenida y estiaje de la Cuenca del Río Osmore, Región Moquegua sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Agua?

1.2.2. Interrogantes específicas

- ¿Cuánto será el nivel de variación de la concentración de metales pesados en la época de avenida y estiaje?
- ¿Existe una diferencia significativa sobre los caudales de los ríos Huaracane, Tumilaca, Torata, Moquegua y Osmore en épocas de avenida y estiaje?
- ¿Qué actividades se realizan cerca del área de estudio que podrían influir en la calidad del agua?

1.3. Justificación

El agua es un recurso hídrico muy importante para el desarrollo de las actividades humanas, para la existencia de los seres vivo y para el medio ambiente. En tal sentido este recurso hídrico, transporta contaminantes producto de actividades antropogénicas y/o naturales, que vienen afectando a la población aguas abajo de la Cuenca del Rio Osmore.

Por tal razón la presente investigación planteó determinar la concentración de los metales pesados (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) presentes en el agua de la cuenca del Rio Osmore en época de avenida y estiaje, para poder identificar posibles fuentes de contaminación.

En la actualidad, la Autoridad Local del Agua viene haciendo campañas de monitoreo una vez al año en solo una época, no pudiendo diferenciar el caudal, y los metales pesados, entre épocas de avenida y estiaje. Es necesario medir y analizar los metales pesados y su nivel de concentración en las diferentes épocas en relación con su caudal.

En los años 2018 y 2019 se ha vivido una coyuntura ambiental referida a la cuenca del Rio Tambo y a la Cuenca del Rio Osmore, la primera hace referencia a la denuncia del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), hacia la minera Aruntani por presunta contaminación ambiental en el rio Coralaque, el segundo referido a los pobladores de Torata, que indicaban que el rio estaba contaminado por metales pesados; es por ello que es necesario tener una base de datos de diferentes épocas para un mayor grado de confiabilidad, que permitan la toma de decisiones.

Por otra parte, la información generada, analizada e interpretada, será compartida con el sector competente, DIGESA(MINSA), EPS-ILO, ALA; debido a que sus resultados serán confiables, ya que se contará con el soporte analítico de un laboratorio especializado y calificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) permitiendo a nuestras autoridades tomar acciones, dependiendo de

su responsabilidad y función; finalmente esta investigación podrá ser utilizada para futuros proyectos de investigación en el área de estudio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Analizar la concentración de metales pesados (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) en época de avenida y estiaje de la cuenca del río Osmore, región Moquegua.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar la variación de la concentración de metales pesados de los ríos Huaracane, Tumilaca, Torata, Moquegua y Osmore en época de avenida y estiaje.
- Comparar el caudal de los ríos Huaracane, Torata, Tumilaca, Torata, Moquegua y Osmore en época de avenida y estiaje.
- Determinar la variación de pH y temperatura en época de avenida y estiaje de la cuenca del Rio Osmore.

1.5. Hipótesis

- **H0 Hipótesis Nula:** Las concentraciones de metales pesados en época de avenida y estiaje en la cuenca del Rio Osmore no sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua.

- **H1 Hipótesis Alternativa:** Las concentraciones de metales pesados en época de avenida y estiaje en la cuenca del Rio Osmore sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua.

1.6. Variables

1.6.1. Variable Independiente

La variable independiente para el presente estudio es la concentración de metales pesados.

Tabla 1

Variable Independiente

Variable Independiente	Indicador	Unidad de Medida
Metales Pesados: Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn	Concentración	mg/L

Nota. La concentración de los metales mencionados se analizará en miligramos por litro.

1.6.2. Variable Dependiente

La variable dependiente corresponde a la calidad de agua de la cuenca del río Osmore.

Tabla 2

Variable Dependiente

Variable Dependiente	Indicador	Unidad de Medida
Calidad de Agua en la Cuenca del Rio Osmore	Estándar de calidad Ambiental Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales	mg/L

Nota. D.S. N°004-2017-MINAM.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1.Internacional

Quirós-Bustos et al., (2022) realizaron un estudio de “Contenido de metales pesados en varios ríos de Costa Rica”, su objetivo fue: evaluar la calidad de varios ríos ubicados en distintas regiones del país. La metodología de medición y digestión que utilizaron fue en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, para ello seleccionaron 26 sitios de muestreo y se evalúo la concentración de 7 metales pesados entre los años 2017 al 2018.Los metales pesados que evaluaron fueron el plomo, cromo total, cadmio, mercurio, cobre, arsénico y níquel. Se encontraron metales pesados de cada uno de los mencionados, pero en general no se observó diferencias entre la época seca y de lluvia. La presencia de arsénico solo se encontró en 2 ríos correspondientes a Tempisque y Toro; en el primer caso los valores sobrepasaron los limite nacionales, en otros metales pesados las concentraciones estuvieron cerca al límite máximo recomendado. Asimismo, el mercurio fue uno de los metales que se encontró en mayor abundancia ya que estuvo presente en el 61.5% de los sitios de muestreo y en la mayoría sobrepasaron la normativa nacional.

(Dunán et al., 2021) realizaron un estudio sobre Evaluación del contenido de metales pesados en las aguas del Río Yamanigüey en Cuba, en el cual tuvieron como objetivo evaluar las aguas del Río Yamanigüey según normas nacionales e internacionales para su uso como agua potable, por ser este unos de los ríos principales de la región de Moa. Se recolectaron 12 muestras a lo largo de toda la cuenca para evaluar los contenidos de aluminio (Al), cromo (Cr), cromo hexavalente (Cr+6), manganeso (Mn), hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu), cinc (Zn) y plomo (Pb) mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados fueron contrastados con las normas correspondientes de la “Guías para la calidad del agua de consumo humano”, con la Norma Cubana (NC 1021, 2014)

“Higiene comunal - fuentes de abastecimiento de agua - calidad y protección sanitaria y la Norma Cubana (NC 827, 2017) “Agua potable - requisitos sanitarios”. Como principales resultados se obtuvo que el cromo, el manganeso, el cobre y el zinc, en el 100 % de las muestras estudiadas del Río Yamanigüey, según las normas evaluadas se localizan por debajo de los límites máximos admisibles (LMA).

Enamorado et al., (2021) realizaron un estudio de metales pesados (Hg, As, Cd, Zn, Pb, Cu, Mn) en un trayecto del rio Cauca impactado por la minería de oro, su principal objetivo fue evaluar las concentraciones de metales pesados en aguas y sedimentos del rio, para ello seleccionaron 13 estaciones de muestreo. Para los sólidos suspendidos en orden decreciente los metales Mn>Zn>Cu>Pb>As>Hg>Cd y para el agua fue Mn>Hg>Pb>As>Cd. Al realizar la comparación con los límites de concentración máximos permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los resultados indicaron que solo tres metales superaban la concentración permitida, los cuales fueron Hg, Pb y Mn respectivamente, para el mercurio se encontró que el valor medio fue de 83 µg/L lo cual es un valor muy por encima del rango permitido, para el plomo 2 de las 13 estaciones de muestreo, asociadas al río Nechí, superaron el límite máximo permitido, para el Mn en cada una de las estaciones de muestreo se sobrepasó el umbral de 400 µg/L. Las fuentes de estos contaminantes son de tipo antropogénico, posiblemente asociadas a actividades mineras y agrícolas características del área de estudio.

Vega (2021) realizó un estudio de evaluación de la calidad del agua y sedimentos de la subcuenca del rio Birris(Costa Rica), en cuanto a su contenido de metales pesados, su principal objetivo fue evaluar el estado de la calidad de la subcuenca del rio Birris en cuanto a su contenido de metales pesados. La evaluación se realizó de acuerdo con un análisis de muestras y cálculo de índice de contaminación (el Coeficiente de las Pautas para la calidad de los Sedimentos (SQG-Q) y las Unidades toxicológicas (UT) para sedimentos y grado de contaminación (CD) para aguas. Los metales analizados fueron arsénico, cadmio, cromo, cobre, níquel, plomo y mercurio. Los análisis de las muestras de agua superaron los valores de referencia brindados para el Cu y Ni según el reglamento, mientas el valor establecido

para aguas de clase 1fue superado en el parámetro Cu (0.178) Ni (0.781) y Cr(0.344) para todos los sitios de muestreo, así como para cinco sitios con As (SQG-Q = 0.184) durante todos los muestreos realizados. Las UT determinaron al Cu y al Ni como los mayores contribuidores a la contaminación determinada en los sedimentos. Se encontró la presencia de As, Cr, Cu y Ni, en un 13,6 % de las muestras analizadas de agua. En sedimentos estos mismos metales pesados fueron determinados en el 100% de las muestras analizadas.

Cedeño (2019) realizo una investigación "Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador", el objetivo de la investigación fue analizar los parámetros de calidad de la descarga de las aguas residuales del efluente del mar muerto del cantón de Manta. La investigación fue de tipo experimental descriptiva, el muestreo fue compuesto para conocer la variación de los parámetros de calidad de las aguas en el día. Los resultados fueron comparados con las normas TUSLMA 2015 encontrándose que al comparar el lote N°1 y el lote N°2 arrojó que los valores de DBO están por encima de los valores de tolerancia propuestos por las normas TULSMA, al igual que la DQO, los Sólidos Suspendidos, el Cloruro. En cuanto al análisis de los metales pesados los lotes cumplen con excepción del manganeso. El sitio con el más alto grado de contaminación presente se encuentra en el punto de desembocadura. Cedeño (2019) concluyo que una planta de tratamiento para las aguas residuales de este efluente contribuiría a disminuir la contaminación de las aguas para su posterior reúso.

Pozo (2017) realizo un estudio sobre la "Presencia de metales pesado cadmio y plomo en el estuario del rio Chone – Manabi, Ecuador, la investigación tuvo como objetivo la determinación de presencia de metales pesados (cadmio y plomo) en el agua y sedimento en el estuario del Rio Chone, en vista de la importancia como sitio recreativo y de extracción de recurso alimenticios para la comunidad de San Vicente y Sucre Manabi. La metodología utilizada fue por un fotómetro Spetrocuant nova, en el cual se hallaron en el agua las concentraciones de Cadmio fueron mayores en el sitio P4 (0,129 mg/L). En el sedimento, el nivel de cadmio en el sitio P2 presentó mayor acumulación (0,0033 mg/g), para plomo, los sitios con mayor nivel fueron P5 y P6

(0,18 – 0,21 mg/L respectivamente), lugares con mayor flujo de agua del estuario del Río Chone (8 UPS: Unidades Prácticas de Salinidad) y menor influencia con las corrientes del agua del mar (30 UPS). Los resultados comparados con la legislación ecuatoriana evidencian concentraciones altas de cadmio en el ecosistema del estuario en estudio, que podría afectar la salud de organismos que viven a nivel de la columna de agua, tales como peces, al igual que actividades de recreación de los bañistas locales, de los cantones Sucre y San Vicente Manabi.

2.1.2.NACIONAL

Correa et al., (2021) realizaron un estudio de contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del rio Huancaray – Perú, su principal objetivo fue que tuvo el estudio fue determinar fuentes y niveles de metales en sedimentos del agua en la microcuenca del rio Huancaray en la región Apurímac (Peru), mediante la técnica de análisis por fluorescencia de rayos X (FRX)durante la época de secas y lluvias de los años 2018 y 2019. Los elementos detectados fueron K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb y Ba, donde se resalta la presencia de Zn, Cr, Cu, Pb, Ni y As como elementos críticos en cada punto de la microcuenca del río Huancaray; las concentraciones son superiores a los límites permisibles; asimismo, los periodos de lluvia y seca no presentan diferencia significativa, mientras que las principales fuentes de contaminación son centros poblados, prácticas de la agricultura, presencia de la minería ilegal y fuente de origen natural.

Salas et al., (2020) Realizaron un estudio sobre la distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del rio Crucero ubicada en el departamento de Puno y se encuentra en la Cuenca Ramis, su principal objetivo del estudio fue determinar la distribución de metales y metaloides presentes en agua y sedimentos a lo largo del rio Crucero, evaluando cinco estaciones de muestre en época seca. Durante el muestreo se determinaron parámetros fisicoquímicos in situ pH, temperatura, conductividad eléctrica y redox, de igual forma se recolectaron muestras de agua y sedimentos superficiales y se analizó la concentración de metales

pesados (cadmio, zinc y arsénico) presentes en las muestras mediante espectroscopia de emisión de plasma acoplado por inducción. Los resultados obtenidos del estudio mostraron que el agua bajo escrutinio no era apta para consumo humano, ya que los valores de pH mayores a 8.5, los cuales incumplen las regulaciones establecidas por la organización mundial de la salud (OMS). Por otra parte, la concentración de metales en agua no excede los estándares de calidad ambiental nacionales ni los valores de criterios externos al país.

Quispe et al., (2019) en su estudio Concentración de metales pesados: Cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, su principal objetivo fue la determinación de metales pesados en sedimentos superficiales de la cuenca baja del rio Coata, para la cuantificación de estos elementos se realizó por el método de espectroscopia de absorción atómica Método EPA, para ello se evaluaron en dos épocas del año, en avenida y en estiaje del año 2017 en cinco puntos estratégicos, concluyendo que: el rango de concentraciones mínimo y máximo hallado fue de 4.10 mg/kg Cr, 0.10 mg/kg Cd, 3.75 mg/kg Pb, 28.42 mg/kg Cr, 0.70 mg/kg Cd y 16.50 mg/kg Pb, respectivamente. Algunos valores mínimos hallados supera los mínimos aceptables establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo del Ministerio del Ambiente del Perú. Las posibles causas de la contaminación detectada son la acción antrópica con impacto en las aguas residuales de la ciudad de Juliaca, Perú. La cuantificación de estos elementos se realizó por espectroscopia de absorción atómica método EPA.

Moran (2019) realizo un estudio de comportamiento de la concentración de metales pesados y su influencia en la calidad del agua, parte baja del rio Chili de Arequipa, su principal objetivo fue determinar el comportamiento de la concentración de metales pesados en la parte baja del rio Chili, en el cual evaluó la concentración de plomo, cadmio, cromo y arsénico. Asimismo, la metodología utilizada fue el cálculo de índice de calidad de agua, en temporada seca en los puntos de monitoreo xv M-19, 132RChil4, 132RChil6 y 132RChil7 se obtuvo una calificación de bueno. En temporada húmeda en las estaciones de monitoreo 132RChil4, y M-19 se obtuvo una calificación de regular, en la estación 132RChil6 una puntuación de calidad de bueno

y en la estación 132RChil7 tiene una puntuación de calidad excelente. De las 5 estaciones de monitoreo parámetros como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloruros, metales: Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc. Se encuentran dentro de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental para agua (ECA).

Garcia (2019) en su estudio denominado: contaminación del agua por metales pesados As, B, Cu, Pb, Cd y CN en las cuencas de los ríos Tambo, Quilca, Camana y Ocoña de la región Arequipa, el cual tuvo como objetivo evaluar la contaminación del agua por metales pesados As, B, Cu, Pb, Cd y CN, en el estudio utilizaron una metodología de muestreo sistemático. Los resultados mostraron que el río Tambo : arsénico 0.2034 mg/L, boro 7.9 mg/L. En el río Quilca: se evidencio 6.75 mg/L boro, 0.1070 mg/L de plomo y 0.019 mg/L de cadmio. Río Camaná: plomo 0,0500 mg/L. El río Ocoña: boro 1,0000 mg/L. Los reportes no cumplen con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM 07 de junio del 2017-Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Según Villanueva (2018) en su investigación: evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas superficiales del río Ayaviri para fines de riego, el objetivo de su investigación fue evaluar la concentración de los metales pesados en las aguas de la parte baja del rio Ayaviri – rio Chacapalca, la metodología consistió en determinar las concentraciones de los metales pesados de las muestras tomadas de las aguas superficiales, para lo cual se realizó un monitoreo en dos épocas del año 2017 a 2018, para evaluar la variación estacional de los parámetros más resaltantes de mayor concentración determinadas analíticamente in situ. Según los resultados obtenidos in situ se apreció que no existente altas concentraciones de cadmio, plomo y mercurio analizados en los dos puntos de estudio. Así mismo, se determinó el punto más crítico, que según los resultados se encontró en el primer punto RChac1.

Para Ramirez & Vargas, (2017) en su investigación: cuantificación de metales pesados Pb, Cr y Cd en agua superficial, sedimento y *Ananas comosus* (Piña) en el curso de agua de la zona de influencia del relave en Samne – Otuzco; su principal objetivo fue la cuantificación de metales pesados. La metodología empleada para la

determinación de Hierro, Cobre, Plomo, Cadmio, Cromo y Zinc fue el método de espectrofotometría de absorción atómica (EEA), y para la determinación de Mercurio se efectuó por la EEA acoplado la Cámara de vapor frio. Las concentraciones más altas fueron en las muestras de sedimento con valores de 723.36 mg/kg, 5.102 mg/kg y 18.28 mg/kg para Pb, Cd y Cr respectivamente; a diferencia de las muestras de agua superficial, cuyas concentraciones fueron menores: 0.97 mg/kg para Pb, 0.062 mg/kg para Cd y 0.099 mg/kg para Cr; con respecto a la muestra de *Ananas comosus* (cáscaras), la mayor concentración del metal pesado fue de Cr con un promedio de 3.025mg/kg, seguido de Pb (2.262mg/kg); además en comparación con la ley internacional, ambos metales se encuentran por encima de los estándares establecidos, pero el Cd que presentó la menor concentración en las muestras no pudieron ser comparadas con estándares internacionales ya que no hay estándar límite para este metal.

2.1.3.LOCAL

La Autoridad Local de Agua (2014) realizó el quinto monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca Moquegua – Ilo, la metodología utilizada para la determinación de metales pesados fue de espectrometría de masas, para la realización del estudio se consideraron 14 puntos de muestreo para evaluar los valores de metales pesados, pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, caudal, aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Fosfatos, Sulfatos, sólidos en suspensión, Nitratos, Coliformes Termo tolerantes. Como resultados obtuvieron que la concentración de conductividad eléctrica, pH, manganeso y boro, superaron los ECA Agua Categoría 3: Riego de Vegetales en siete puntos de monitoreo. La Autoridad Nacional del Agua concluyo que no se cumple con los estándares de calidad ambiental para agua, en estaciones de Ilo – Moquegua.

Armando (2020), en su investigación sobre la influencia de la calidad del agua superficial del rio Huancanane sobre el rio Coscore y el rio Tumilaca Moquegua, el principal objetivo de la investigación fue evaluar la influencia de la calidad del agua superficial del rio Huancanane cuando incide sobre el curso de agua del rio Coscore

y el rio Tumilaca.La metodología fue la desarrollada por el ANA, el índice de calidad de agua (ICA – PE). Los resultados obtenidos de la primera etapa evidenciaron que la calidad de agua superficial de ambos ríos confluyentes difería considerablemente. El curso de agua de los ríos Coscore, Asana y Charaque presentó una calidad de agua con mayor grado de aceptación que el curso de agua de los ríos Huacanane y Tumilaca; los indicadores de agua superficial e índices de metales reflejaron esto. Todo ello concluyo en que existe una influencia ambiental en la calidad superficial del río Coscore y Tumilaca cuando se incorpora el curso de agua del río Huacanane.

Luna (2019) en su investigación determino el índice de calidad de agua del Rio Asana de la Cuenca Asana – Osmore, su principal objetivo fue evaluar cualitativamente la calidad en las aguas superficiales del rio Asana en el distrito de Torata en la provincia de Mariscal Nieto de la región Moquegua,la metodología utilizada fue el Indice de Calidad Ambiental de agua (ICA – PE).Durante el desarrollo se tuvieron 3 estaciones de monitoreo en el rio Asana, durante los meses de abril, mayo , junio y julio, donde los resultados mostraron que el zinc se encuentra elevado sobrepasando los ECA para agua de la categoría 3, subcategoría D1 riego de vegetales (2,0 mg/L) en el mes de mayo, en las estaciones RAsan-1 y RAsan-3, con unas concentraciones de 2,5 mg/L y 4,26 mg/L respectivamente, podría ser debido al lavado de los suelos y geología del río Asana, los parámetros restantes no sobrepasan el límite establecido en los Estándares de Calidad Ambiental del Agua durante los meses en el que se realizó los monitoreos. Asimismo, para evaluar la calidad de agua se aplicó el índice de calidad ambiental del agua, la cual la califico como excelente a las tres estaciones de monitoreo.

Pinto (2018) en su estudio realizado sobre la evaluación de los metales pesados en los ríos Vizcachas y Chilota distrito de Chojota, Provincia General Sanchez Cerro, región de Moquegua. Su principal objetivo fue evaluar la concentración de metales pesados mediante un análisis fisicoquímico para determinar si el estado actual del recurso cumplía con los estándares de calidad de agua. Se utilizó el método de espectroscopía por absorción atómica (AAS), en el estudio se cuantifico la concentración de los metales pesados como arsénico (As), cadmio (Cd),

cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), plomo (Pb) y zinc (Zn), las muestras fueron tomadas en los ríos Vizcachas y Chilota y comparados con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales. Se tomaron dos puntos de monitoreo por cada rio, la toma de muestra fue realizada en los meses de febrero, marzo y abril, temporada de lluvias. Los resultados del análisis del estudio mostro que el arsénico vario su concentración en los dos (2) puntos de monitoreo, en los meses de evaluación (febrero, marzo y abril), dichos valores sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales; CAG-04 y CAG-05 registro concentraciones de 0.16003 mg/L, 0.15478 mg/L y 0.10550 mg/L; 0.16089 mg/L, 0.12209 mg/L y 0.08402 mg/L, respectivamente.

Quicaño (2019) realizo un estudio sobre la evaluación de la presencia de concentración de metales totales y disueltos (Cd, Se, Zn, Tl) en la cuenca del ríos Osmore Ilo, en la época de avenida, el principal objetivo del estudio fue, evaluar la presencia de concentración de metales totales y disueltos y sus efectos en la época de avenida, la metodología utilizada fue de ICP- MS, se puede dividir el sistema en cinco partes: introducción de muestras, generación de iones (plasma), interfase de acondicionamiento, discriminador de iones y detector. Las mayores concentraciones de metales totales detectadas en la presente investigación, tanto en época de Estiaje como época de Avenida fueron, 0,00073 mg/L-Cadmio, Selenio, <0,0005 mg/L-Talio, y 0,0904 mg/L-Zinc; mientras que las mayores concentraciones detectadas en otros estudios fueron, 0,00308 mg/L-Cadmio (ANA, 2016), 0,0129 mg/L-Selenio (ANGLO, 2016), 0,00022 mg/L-Talio (ANGLO, 2017); y 0,303 mg/L-Zinc. En la investigación, se concluye que a pesar de detectarse valores de concentraciones de metales pesados que no exceden los ECA’s, estos tienden a incrementarse con el transcurrir del tiempo, por lo cual se sugiere realizar estudios periódicos para determinar la Calidad Ambiental del Agua.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1.Contaminación del Agua

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el agua está contaminada cuando su composición o estado natural se ven modificadas de tal modo que pierde las condiciones aptas para los usos a los que estaba destinada. El agua contaminada presenta alteraciones físicas (temperatura, color, densidad, suspensiones, radioactividad, etc.), químicas (sustancias disueltas, composiciones, etc.) o biológicas, por lo que no pueden cumplir sus funciones ecológicas. La contaminación de las aguas puede tener un origen natural o un origen antropogénico. Este último se produce a causa de las diversas actividades desarrolladas por el ser humano, las cuales son la principal fuente de contaminación del agua, ya que el desarrollo y la industrialización conllevan a un mayor uso del agua y una gran generación de residuos, muchos de los cuales va a parar a estas. El grado de contaminación de una fuente de agua se mide de acuerdo con la cantidad y tipo de elementos contaminantes.

La contaminación del agua también se define como aquellos que contienen “un exceso de materia o energía (calor) que provoque daño a humanos, animales, plantas y bienes, o que perturbe las actividades que se desenvuelven con agua, es decir, que restringen su uso en circunstancias seguras de salud para el hombre y el ambiente”. (Jiménez Cisneros, 2010)

Según la Organización Mundial de la Salud las principales fuentes de contaminación del agua son:

- Los vertimientos de aguas residuales urbanas, como son las domiciliarias, las negras y las de limpieza fundamentalmente.
- Los vertimientos de explotaciones ganaderas, que aportan estiércol y orines con contaminantes como microorganismos patógenos, virus, solidos en suspensión, materia orgánica, nitrógeno y fosforo.

- Los vertimientos de agua residuales agrícolas, que incluyen fertilizantes inorgánicos, estiércol y orines, otros abonos, plaguicidas diversos (DD), herbicidas, sales del agua de riego, etc.
- Los vertimientos industriales. Las industrias manipulan agua para varias actividades de operación (procesado, refrigeración, transporte, disolvente, etc.) Algunas actividades industriales son especialmente contaminantes: la del refinado del petróleo, que genera aguas con cianuros, grasa, fenoles, solidos, tóxicos diversos y álcalis; las industrias metalúrgicas, que generan vertidos similares a los de las industrias petrolífera, además de agua caliente.

Otras causas: contaminación por embarcaciones a motor, construcción de presas y explotaciones mineras que vierten contaminantes (cobre, cadmio, zinc, plomo y mercurio)

Tanto para el origen natural como antropogénico de contaminación de las aguas se puede establecer que cuando la contaminación se produce en lugares muy concretos, las fuentes que la provocan son puntuales. Por el contrario, si la descarga de contaminantes se realiza en áreas muy extensas, se habla de fuentes dispersas.

2.2.1.1.Contaminantes Acuáticos

Los contaminantes de agua pueden contener: microorganismos bacterianos, virales, fúngicos, parasitarios y sustancias químicas que a su vez estas pueden ser simples o complejas. De las cuales una de las sustancias que más riesgo pueden causar a la salud de la población son los denominados metales pesados, las sustancias radioactivas, los insecticidas, los fertilizantes, los derivados del petróleo, los residuos tóxicos industriales y los jabones. (Gomez,2018)

2.2.1.2.Contaminación con Nutrientes

La mayoría de las aguas que contienen nutrientes es considerada agua sana y por lo tanto no necesita descontaminación.

Según la Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO), hoy en día por la acción de los fertilizantes que generalmente son utilizados en la agricultura, se ha encontrado que, en aguas con alto contenido en nutrientes, se estimula un elevado crecimiento de algas y maleza, por lo que en muy poco tiempo esta agua puede no ser potable y afectar ecosistemas, el exceso de alga también consume la mayoría del oxígeno del agua por loque el resto de los organismos acuáticos pueden correr el riesgo de desaparecer.

2.2.1.3.Contaminación Microbiológica

Es muy habitual que, en algunos países en desarrollo, la gente beba el agua directamente del rio o de un arroyo sin previo tratamiento y sin esterilizar, como sucede en algunos lugares de nuestra sierra y selva peruana. En ocasiones el agua puede estar contaminada por causa natural, ya sea por microorganismos, como virus o bacterias, peces muertos, o descarga de efluentes, lo que puede repercutir en graves enfermedades a la gente que vive de esta agua.

2.2.1.4.Contaminantes Químicos

Muchas industrias eliminan sus productos de desecho directamente en el mar o rio. Igualmente, los agricultores utilizan productos químicos para matar insectos o plantas(malezas), los envases de estos productos son desechados en ríos, los cuales al contener residuos de químicos son desechados a los ríos y estos terminan con la vida acuática y esterilizan la biodiversidad y además ponen en riesgo la vida humana. Los productos químicos pueden llegar a los cuerpos de agua desde la salida de las tuberías en las industrias, las fugas de las tuberías o los tanques de almacenamiento. “Las operaciones mineras también son responsables de una importante contaminación del agua, ya sea por el uso de contaminantes químicos durante el procesamiento de minerales en el área minera o por la lixiviación de agua a través de rocas ricas en químicos” (Hannah, Murray, & Ellen, 2013).

2.2.2.Metales Pesados

La definición de metal pesado se describe como cualquier elemento químico metálico, que posea una respectiva alta densidad y sea tóxico incluso en concentraciones muy bajas. Los metales pesados o algunos metaloides incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb), entre otros (Lucho et al., 2005). La mayoría de los metales pesados son localizados en componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos, los cuales no pueden ser degradados o destruidos fácilmente de forma natural o biológica ya que no poseen funciones metabólicas delimitadas para los seres vivos (Abollino et al., 2002).

(Londoño Franco et al., 2016) Según la tabla periódica, los metales pesados son elementos químicos con alta grado de densidad (mayor a 4 g/cm3), masa y peso atómico por encima de 20, y son tóxicos incluso en concentraciones bajas. Algunos de estos elementos son: aluminio (Al), bario (Ba), berilio (Be), cobalto (Co), cobre (Cu), estaño (Sn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Cr), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), selenio (Se), talio (Tl), vanadio (Va), oro (Au) y zinc (Zn).

Los metales pesados pueden concentrarse en un sistema de abastecimiento de agua, por intermedio de residuos industriales que son vertidos sin previo tratamiento, lo que a continuación se sitúan en lagos, ríos y diferentes sistemas acuíferos (García et al., 2005).

Los metales pesados, poseen una función biológica en el cual la presencia en determinadas concentraciones en los seres vivos lleva disfunciones de los organismos, entre ellos se encuentran: el mercurio, la plata, el cadmio y plomo. Los metales pesados pueden resultar muy tóxicos, y una de sus características más importantes es que no son biodegradables y algunos poseen la capacidad de acumularse en los organismos vivos.

En este sentido, su biodisponibilidad (capacidad para traspasar libremente la membrana celular de un organismo desde el medio) se relaciona de manera directa a su toxicidad potencial (Fichet et al. 1999).

Tabla 3

Industria y Contaminación por Metales

Industrial	Metales	Contaminación derivada
Mineria de metales ferrosos	Cd, Cu, Ni, Cr, Co, Zn.	Drenaje acido de mina, relaves, escombreras
Extracción de minerales	As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn	Presencia en las menas como en los subproductos
Fundición	As, Cd, Pb, Tl	Procesado del mineral para obtención de metales
Metalurgica	Cr, Cu, Mn, Pb, Sb, Zn	Procesado termico de metales.
Aleaciones y aceros	Pb, Mo, Ni, Cu, Cd, As, Te, U, Zn	Fabricación, eliminación y reciclaje de metales. Relaves y escorias.
Gestión de residuos	Zn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, Hg, Mn	Incineración de residuos o en lixiviados.
Corrosion metalica	Fe, Cr, Pb, Ni, Co, Zn	Inestabilidad de los metales expuestos al medio ambiente.
Galvanoplastia	Cr, Ni, Zn, Cu	Los efluentes líquidos de procesos de recubrimiento
Pinturas y pigmentos	Pb, Cr, As, Ti, Ba, Zn	Residuos acuosos procedentes de la fabricación y el deterioro de la pintura vieja
Baterias	Pb, Sb, Zn, Cd, Ni, Hg	Fluido de la pila de residuos, la contaminación del suelo y aguas subterráneas,
Electronica	Pb, Cd, Hg, Pt, Au, Cr, As, Ni, Mn	Residuos metálicos acuosa y solida desde el proceso de la fabricación y reciclaje.
Agricultura y Ganaderia	Cd, Cr, Mo, Pb, U, V, Zn, As, Mn, Cu	Contaminación de escorrentía, aguas superficiales y subterráneas, la bioacumulación en planta.

Nota. Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales.

2.2.2.1.Arsénico

La exposición al arsénico en los medios acuáticos latentemente afecta su funcionalidad, en cuanto, es preciso comprender sus contenidos totales, movilidad y constancia ambiental en la columna de agua clasificada como de primer orden donde (Hepp et al., 2017),indican que es ineludible para cualquier gestión ambiental y restauración ecosistémica, ya que el uso de aguas contaminadas por arsénico, para

fines de riego, podría causar problemas en la producción de cultivos y en consecuencia, en la sucesión alimenticia(Salgado et al., 2010).

Las fuentes ambientales de arsénico provienen del uso continuo de sus compuestos domesticidad y a partir de su emisión no intencionada durante la extracción y fundición de oro, plomo, cobre, y níquel (en cuyos minerales se encuentran con frecuencia) de la producción de hierro y acero y la combustión de carbón, del cual es un contaminante. El arsénico es distinguido por ser un elemento cancerígeno en seres humanos. La inhalación y probablemente la ingestión de arsénico produce cáncer de pulmón. Por otra parte, la ingestión de arsénico provoca cáncer de piel, hígado y quizás cáncer de vejiga y riñón.

En los ríos, el valor promedio de concentración de As informado en la literatura es, en general, inferior a 0,8 µg L-1, aunque puede variar dependiendo de factores como recarga (superficial y subterránea), drenaje de zonas mineralizadas, clima, actividad minera y vertidos urbanos o industriales. (Bundschuh)

2.2.2.2.Plomo

El plomo es un metal pesado de color azuloso, flexible e inelástico su número atómico es 82 y su peso atómico 207.19; este elemento se encuentra naturalmente en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. Los compuestos de plomo se utilizan como pigmentos en pinturas, en barnices para cerámicas y en materiales de relleno. La cantidad de plomo que se emplea en estos bienes ha estado reducida para minimizar los efectos nocivos del plomo sobre seres humanos y animales por su alta toxicidad.

El plomo ingresa a los suelos por la expulsión de partículas arrastradas por el viento, el contacto con aguas residuales industriales, el riego de cultivos con aguas que contengan fracciones de este metal, y aguas de escorrentía derivados de apilamientos minerales. En el suelo el plomo tiene una gran afinidad con las sustancias húmicas y el pH y depende de ellos para establecerse, pero debido a que es poco

móvil permanece en los horizontes superiores del suelo y no es absorbido en magnas cantidades por las plantas.

La presencia de plomo en el agua es un gran problema y un riesgo para el ambiente debido a su toxicidad que a su vez afecta la salud humana. El plomo, aun en cantidades traza son muy tóxicos al ser dispuesto en cuerpos de agua causa trastornos a la salud humana y al ambiente (Trgo et al. 2006)). Su presencia en el ambiente (aire, agua y suelo) está relacionada con problemas digestivos y con problemas respiratorios, así como daños neurológicos (Shinya et al. 2006). La presencia de este tóxico en la ambiente crece año con año, no es biodegradable y tiende a acumularse en los organismos vivos lo que conocemos como bioacumulación (Petrus y Warchol 2003).

Tabla 4

Toxicidad del Plomo

Plomo	
Forma química más toxica	Las especies de Pb son generalmente toxicas. En agua se encuentra disuelto en forma de sulfatos e hidróxidos. A pH acido se encuentra como catión divalente.
Principales rutas de entrada	Ingestión e inhalación
Absorción después de ingestión (%)	10
Cinética y metabolismo	Se une a proteínas de eritrocitos y de tejidos suaves y huesos (donde se acumula)
Vida media biológica	En sangre 20 a 40 días en tejidos y huesos 10 a 30 años
Principales vías de excreción	Orina
Principales órganos de acumulación	Huesos, riñones e hígado.
Toxicidad aguda	Nefritis, hipertensión, encefalopatía, dolor abdominal, vomito, convulsiones, coma, daño hepático y renal.

Toxicidad crónica	Neuro y nefrotoxicidad, alteraciones psicomotoras, hipertensión, daño cardiovascular y del sistema hematológico, posible cáncer de pulmón, estomago, cerebro y riñón.

Nota. Jaishankar, Tseten, Anbalagan, Mathew & Beeregowda, 2014; Tchounwou, Yedjou, Patlolla & Sutton, 2012.

2.2.2.3.Aluminio

La solubilidad del aluminio cuando se encuentra en el agua es muy baja, cuando se produce la acidificación en el suelo por efecto de las lluvias acidas, se incrementa el traslado del aluminio que se encuentra en los sedimentos a los cuerpos de agua. (Reuss,1986)

El aluminio es un metal presente en el medio y el más abundante en la corteza terrestre, apareciendo siempre combinado con otros elementos. Puede ser liberado al ambiente por procesos naturales, procesos de erosión del suelo, erupciones volcánicas, y por actividades antropogénicas. La fuente más importante de obtención del metal es la bauxita, que contiene un 55% de óxido de aluminio. Las actividades industriales, como la fundición, son el origen principal de los vertidos al ambiente, sin embargo, el uso de aluminio también está extendido en la industria alimentaria y en sistemas de tratamiento de agua potable. (Soni , White, Flamm, & Burdock, 2001).

El aluminio se encuentra ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, generalmente en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de aluminio silicato. Cuando estos minerales se diluyen, según las características químicas, es dable precipitar el aluminio en forma de arcillas minerales, hidróxidos de aluminio o ambos. En aquellas condiciones se forman las bauxitas que se utilizan de materia prima fundamental en la producción de aluminio (Peris, 2006).

El aluminio puede acumularse en las plantas y también puede causar graves peligros en la salud de los animales que se alimenten de estas plantas. Las concentraciones de aluminio generalmente son muy altas en lagos acidificados, que por consecuencia el número de peces y anfibios tienden a disminuir debido a las reacciones de los iones de aluminio con las proteínas de las agallas de los peces y

los embriones de las ranas. Las consecuencias de los pájaros que consumen estos peces que están contaminados es que la cascara de los huevos es más fina y por consecuencia los pollitos nacen con bajo peso. (Peris,2006)

De acuerdo con la OMS, concluye que, aun cuando son imprecisos los datos epidemiológicos entre la exposición al aluminio del agua de consumo y la enfermedad de Alzheimer, las estimaciones de esta correlación no se pueden descartar totalmente y recomienda adoptar decisiones con respecto a la necesidad de controlar la ingesta total de aluminio en todas las fuentes de la población en general.

2.2.2.4.Cobre

El cobre es usado para diferentes fines, entre ellos la minería y la industria metal – mecánica. El cobre tiene la particularidad de ser un irritante del tracto gastrointestinal, pero generalmente no es peligrosos para los seres humanos a concentraciones menores a 3mg/l. Asimismo, hay organismo que tienen un desorden en su metabolismo a causa del cobre llamado enfermedad de Wilson, los cuales pueden ser afectados a estas concentraciones.

En aguas superficiales, el cobre es un elemento tóxico para las plantas acuáticas, incluso en concentraciones algunas veces más bajas que 1mg/l y con frecuencia ha sido utilizado como la sal de sulfato para el control en el crecimiento de las algas en los estanques de abastecimiento de agua. Las concentraciones que se acercan a 1mg/l pueden ser tóxicas para algunos peces, en efecto, el cobre tiende a ser un peligro ambiental más para la salud humana y de los animales. (Brooks et al., 1981).

La contaminación de este metal se produce mayormente en la proximidad de las minas en el cual se extrae y procesa, y en las refinerías durante su proceso de refinación. (Riedel, 2008). Los polvos de cobre que son liberados al aire y al agua reaccionan con el oxígeno y el azufre, que en ocasiones son parte de los mismos minerales desde donde se refina el metal, formando compuestos aún más hidrosolubles y diseminables. Las zonas urbanas también son sitios de gran

contaminación con Cu. Esto se debe, a la cercanía con las fábricas, y al uso de combustibles fósiles. En las zonas, la principal fuente de contaminación con cobre lo constituye el uso excesivo o inapropiado de agroquímicos lo cual está compuesto principalmente por: pesticidas, fungicidas y alguicidas. Si bien se sabe que, en Estados Unidos, mueren alrededor de 300.000 personas por año en zonas rurales por causa de la exposición a pesticidas compuesto de cobre, es frecuente que se produzcan intoxicaciones por exposiciones crónicas debidas al consumo diario de vegetales que han sido tratados con agroquímicos (Gunay et al., 2006).

La ingesta diaria de cobre (Cu) varía enormemente dependiendo del tipo de dieta seguida. El cobre es necesario para el sostenimiento de la fisiología estándar en los humanos y se obtiene del agua y de los alimentos. El agua de bebida posee una concentración media de 4-10 µg Cu/L, y en su mayoría se localiza unido a la materia orgánica presente en ella (Barceloux, 1999). De esta forma se calcula que el agua aporta entre un 6 y un 13 % del Cu total requerido por día (Gaetke y Chow, 2003). Otra fuente de ingesta de cobre la constituyen los alimentos ricos en este metal de transición que incluyen a las ostras, nueces, hígado, legumbres y granos de cereales, entre otros.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) estimó las necesidades de ingesta mínima diaria para el cobre en humanos en 0.6 mg/día para mujeres y 0.7 mg/día para hombres (Gaetke y Chow, 2003). Sin embargo, actualmente no se cuenta con datos certeros sobre los índices LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) o NOAEL (Non-Observed Adverse Effect Level) que hayan sido determinados de manera confiable mediante experimentación en humanos.

2.2.2.5.Cadmio

El cadmio es una sustancia o elemento que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre. Generalmente se encuentra como mineral y combinado con otros elementos con otras sustancias como el oxígeno que al mezclarse con el cadmio forma el óxido de cadmio, el cloro que forma el cloruro de cadmio, y el azufre que forma el sulfato de cadmio o sulfuro de cadmio. El cadmio cuando se concentra en el

aire a través de fuentes como la minería, industria y al quemar carbón y desechos domésticos, luego de ello pueden ser transportadas por largas distancias para posteriormente depositarse en agua o suelo.

Cuando el cadmio es depositado en el agua y suelo, se adhiere fuertemente a las partículas en la tierra, parte del cadmio se disuelve en el agua, el cadmio no se degrada en el ambiente, pero tiene la capacidad de cambiar de forma. El cadmio puede contaminar el agua y suelo al ser absorbido por la materia orgánica.

Aunque los niveles altos de cadmio en suelos se relaciona principalmente con la contaminación, estos también pueden ser de origen litológico; como lo hallazgos de cantidades anormalmente altas de cadmio en roca caliza en algunas zonas de Francia, originarias del Jurásico y el Cretacico (Kabata – Pendias,2000).En el siglo XX la emisión antropogénica de cadmio comenzó a incrementarse notablemente debido a la minería, metalúrgica, industria (fabricación de baterías, cables, cedulas fotoeléctricas, PVC, colorantes de cadmio, fusibles, soldadura, etc)., producción y uso de fertilizantes fosfatos y otras fuentes.

La población está expuesta al cambio climático a través de la contaminación del agua, aire, suelo y alimentos. Existen estudio de altas concentraciones de cadmio en mariscos, productos de casquería como el hígado y el riñón, en semillas oleaginosas, granos de cacao y en ciertas setas. Cereales como el arroz y el trigo vegetales de hoja verde, patatas y hortalizas de raíz como la zanahoria las cuales contienen concentraciones más altas de cadmio y se estima que más de 80% de la ingesta del metal procede de este tipo de alimentos. Según la recopilación de datos a nivel internacional realizada por (Jarup y Akkeson,2009) la ingesta de cadmio con los alimentos varía entre 8 y 25 ug por día lo que significa una cifra mayor a los valores recomendados por algunos organismos internacionales.

El cadmio ha sido calificado como un agente carcinógeno de tipo I por la Agencia internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), lo cual significa que existe evidencia de su carcinogenicidad en humanos, ya que es comprobado su papel como incidente al cáncer del pulmón y próstata. Asimismo, se ha comprobado que el

cadmio puede inducir respuestas estrogénicas como la hiperplasia e hipertrofia del endometrio. (Nordic Council of Ministers, 2003; WHO, 2010; Järup & Åkesson, 2009). EL comité de la OMS estableció el cadmio en agua para consumo humano.

2.2.2.6.Hierro

El hierro es un metal muy común que se encuentra en las rocas y el suelo, por lo general se encuentra en forma insoluble, pero debido a sus formas complejas estas pueden contaminar cualquier fuente de agua, debido a ello el hierro se puede encontrar comúnmente en aguas subterráneas. Además de ello niveles de hierro por encima de 0,3 mg/l pueden propiciar el crecimiento de bacterias que tengan afinidad al hierro por lo que pueden resultar con olores fétidos, además de ello tiene la propiedad de causar un sabor a óxido en líquidos.

Si bien es cierto, existe una gran cantidad y diversidad de minerales que se encuentran dispersos en forma de óxidos y sales (carbonatos, sulfuros, silicatos, etc), son pocos los minerales usados comercialmente como materia prima para producir hierro, este metal se utiliza para la fabricación de aceros y en aleaciones con otros metales. El hierro como metal no es especialmente fuerte. El hierro al ser inhalado es un irritante pulmonar y gastrointestinal, las sustancias derivadas del hierro como óxidos sales carbonatadas, sulfuros y compuestos orgánicos pueden llegar a producir cáncer si estos están a niveles inaceptables en el agua y son consumidos periódicamente estos tienden a bioacumularse en los organismos de los seres vivos**.**

Níquel

El níquel es un metal pesado puro de color blanco - plateado que se puede encontrar en el aire, suelo, agua y alimentos, por ello es considerado un elemento relativamente abundante en la naturaleza, la presencia de níquel en los ambientes acuáticos se debe a la meteorización de rocas y suelos, el níquel es considerado un macronutriente esencial para mantener la salud en ciertas especies de plantas y animales. La ingesta o inhalación de níquel es común, al igual que su exposición dérmica.

La contaminación de níquel se da mayormente por actividades antropogénicas, que generalmente ocurre por emisiones de mina durante los procesos de operaciones de refinería, quema de combustibles fósiles, niquelado de metales y manufactura de aleaciones.

Los efectos tóxicos de níquel en los seres humanos y animales pueden producir daño de diversos sistemas entre ellos el respiratorio, cardiovascular, gastrointestinal, hematológico,musculoesquelético,hepático,renal,dérmico,ocular,inmunológico,neurol ógico y reproductivo. Los efectos carcinogénicos de los compuestos de níquel están asociados con un daño en el DNA, proteínas e inhibición de defensas celulares antioxidantes, generalmente se determina por la dosis y ruta de exposición.

2.2.2.7.Boro

El boro en altas concentraciones es de relevancia en los estudios de calidad del agua debido a su toxicidad tanto en animales como en plantas cultivadas (Elefteriou 2001). A bajas concentraciones el boro es esencial para el desarrollo de las plantas (Brady y Weil 2002) y los efectos tóxicos pueden presentarse si la concentración en aguas de riego es superior a 1000 µg L—1 (Ayers y Westcot 1989). En humanos y animales, el boro es un elemento nutricional benéfico, si no esencial, y es posible que su deficiencia pueda derivar en riesgos potenciales a la salud (Coughlin 1998). Los límites máximos permitidos de boro en el agua potable varían con las diversas normativas que existen al respecto.

El boro es un elemento ubicuo que entra en las aguas superficiales y subterráneas a través de dos vías principales: intemperismo de rocas que contienen boro (borosilicatos del tipo turmalina y axinita) y aguas residuales donde el boro se deriva de productos de limpieza y residuos de industrias de pinturas y barnices, textiles, curtido de pieles, electrónica, entre otras (Dyer y Caprara 2009). Las aguas residuales derivadas de sistemas de tratamiento poco eficientes pueden alcanzar las corrientes de agua superficial y subterránea y provocar un problema de contaminación (Wolf et al. 2004, Schmidt 2007). Una fuente adicional de boro en las aguas superficiales son las aguas de drenaje agrícola (Seiler 2007. En áreas de vulcanismo

activo donde las aguas subterráneas son influenciadas por elevadas temperaturas (~200 ºC), el boro se encuentra regularmente en concentraciones que pueden alcanzar los 150 mg L—1 (Morell et al. 2008).

2.2.2.8.Manganeso

Las fuentes antropogénicas del Mn incluyen las plantas de producción de cemento, plantas de energía, incineración de residuos sólidos urbanos y la combustión de combustibles fósiles. Sus principales aplicaciones son en la metalurgia, baterías, industria química, cerámica. El permanganato de potasio, es un compuesto de manganeso que tiene muchas aplicaciones médicas como astringente, germicida y oxidante.

La ingestión de alimentos es el primordial trayecto no ocupacional del manganeso. El intervalo considerado en el consumo diario es de 2-5 mg/día para adultos. La exposición ocupacional está establecida esencialmente en la inhalación de polvos.

La inhalación crónica por los humanos perturba fundamentalmente el sistema nervioso (tiempo de reacción visual muy lento, deficiente firmeza de las manos y daño de las pestañas). Otra secuela no cancerígena es el denominado “manganismo”, representado por una disfunción extrapiramidal y neurosiquiátrica.

2.2.3.Marco Legal para Metales Pesados en Aguas Superficiales

A continuación, se muestra la normatividad para los estándares de calidad ambiental para agua.

Tabla 5

Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de Vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Físicos – Químicos				
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
Temperatura	°C		Δ 3	Δ 3
Inorgánicos				
Plomo	mg/L		0.05	0.05
Arsénico	mg/L		0.1	0.2
Aluminio	mg/L		5	5
Cobre	mg/L		0.2	0.5
Cadmio	mg/L		0.01	0.05
Hierro	mg/L		5	N/A
Níquel	mg/L		0.2	1
Boro	mg/L		1	5
Manganeso	mg/L		0.2	0.2

Nota. Δ 3: Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada. Adaptado de Estándar de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales por el Ministerio del Ambiente, 2017.

2.2.4.Descripción De La Cuenca Del Rio Osmore

2.2.4.1.Ubicación

Conforme a la Autoridad Local del Agua (2011) la cuenca del rio Osmore está ubicada en el sur del Perú, en la región suroriental y pertenece a la Vertiente del Pacifico. Limita por el norte con la cuenca del rio Tambo, sub cuenca del rio Vizcacha, por el sur y este con la cuenca del rio Locumba y; por el oeste con el Océano Pacifico. Políticamente la cuenca se ubica dentro de los distritos: Algarrobal, Ilo y Pacocha de la provincia de Ilo y los distritos de Carumas, Moquegua, Samegua y Torata de la provincia de Mariscal Nieto de la región Moquegua. Geográficamente se encuentra comprendida entre los paralelos 16° 52' y 17° 43' de latitud sur y entre los meridianos 70° 26' y 71° 20' de longitud oeste. La cuenca integrada tiene una extensión de 3.480

km^2 de los que 680 km^2 corresponden a la cuenca húmeda, ubicada por encima de los 3.900m.

2.2.4.2.Hidrografía

Autoridad Local del Agua, 2011, el rio Moquegua se forma por la confluencia de los ríos Huaracane y Torata a 2 km al oeste de la ciudad de Moquegua, teniendo un afluente adicional sobre su margen izquierda aproximadamente a 2 km aguas debajo de su nacimiento: el rio Tumilaca. Este río tiene un recorrido en dirección noreste a sureste y es conocido bajo tres nombres: Moquegua, en su inicio, desde su formación hasta su encajonamiento, en donde recibe el nombre de Osmore, luego cambia al ingresar al valle de Ilo, en donde adquiere el nombre de valle. El rio Huaracane, con un área de drenaje de 479 km^2, se forma por confluencia de los ríos Chujulay y Otora, a 1800m.El caudal promedio del rio Huaracane es de 0,208 m^3/s y al 75% de persistencia es de 0,128 m^3/s. El rio Torata con una cuenca húmeda de 342 km^2, nace por el deshielo de la cordillera en la zona de Titijones, a 4500 m, de donde desciende por una quebrada con el mismo nombre, juntándose con la quebrada Condoriqueña, en donde toma el nombre de rio Cuajone. El caudal promedio es de 0.840 m^3/s y al 75 % de persistencia es de 0,5 m^3/s.

El rio Tumilaca, con una cuenca húmeda de 255 km^2, se forma de la confluencia del rio Coscori y Capillune; el coscori se forma a su vez de la confluencia de los ríos Charaque y Asana a 3200m.El caudal promedio anual del rio Tumilaca es de 1.067 m^3/s y al 75 % de persistencia es de 0,683 m^3/s.

2.2.5.pH

Sierra, (2011) El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14.

El pH en las cuencas hidrográficas donde escurren aguas naturales sin actividad antrópica, en cierta forma está determinado por la geología de la cuenca y

se rige por los equilibrios dióxido de carbono-bicarbonato-carbonato. El pH en la mayoría de las aguas varía entre 6,5 a 8,5 debido a la turbulencia y aireación. (Autoridad Nacional del Agua, 2017)

2.2.6.Temperatura

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. (DIGESA, 2011)

2.2.7.Marco Legal

- **Ley N° 29338**

Ley que tiene como finalidad regular el uso y gestión integrada del agua; comprendiendo agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable culares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta. (Ley de Recursos Hídricos, 2009).

- **Decreto Supremo N° 001-2010-AG**

El Reglamento tiene por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que comprenden al agua continental: superficial y subterránea, y los bienes asociados a ésta; asimismo, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, todo ello con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley de Recursos Hídricos, Ley Nº 29338. (Ministerio de Agricultura, 2010)

- **Resolución Jefatural Nº 010-2016-ANA**

Aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, en la que establece los procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continental marino – costeros considerando el diseño de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la

medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del desarrollo del monitoreo. (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

- **Decreto Supremo N°004-2017-MINAM**

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos. (Ministerio del Ambiente, 2017)

Para efectos de la presente investigación se utilizarán los ECAS para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, en las que se establecen 2 subcategorías, que se muestran en la siguiente tabla.

- **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA**

Resolución que aprueba la Clasificación de cuerpos de agua marino – costero a nivel nacional, para el departamento de Moquegua, clasifica a los ríos: Ilo- Osmore-Moquegua, Asana, Tumilaca, Torata, Huaracane y las Quebradas Millune y Sarallenque, como Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. (Autoridad Nacional del Agua, 2010).

2.3. Definición de Términos

2.3.1.Rio

Los ríos son corrientes de agua que se escurren sobre la superficie terrestre, desembocando luego en un mar, lago u otro río, o bien, disipándose en el terreno, por filtración. (Colegio de Bachilleres, 2014)

2.3.2.Caudal

El caudal es la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal, se expresa en volumen (m3) por unidad de tiempo (t). El caudal en un tiempo determinado puede medirse por varios métodos diferentes. (FAO,2016)

2.3.3.Calidad de agua

Se puede definir como: una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. (Sierra,2011)

2.3.4.Peso atómico

Suma número de protones y neutrones en el núcleo. Corresponde al número que aparece en la parte inferior de cada elemento en la tabla periódica. (Barbaran,2014)

2.3.5.Concentración

Es la manera de expresar o determinar qué cantidad de un determinado soluto o sustancia hay contenida en el agua. La concentración se mide en peso de soluto (mg,g,lb,etc.)por unidad de volumen (litro, m3,etc.).(PUCP,2020)

2.3.6.Cadena de custodia

Documento fundamental en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos que garantiza la autenticidad de las muestras tomadas en campo hasta su llegada. (DIGESA,2007)

2.3.7.Calibración

Comparación de la lectura generada por un patrón o estándar conocido con el objetivo de realizar los ajustes que eliminen desviaciones instrumentales.

2.3.8.Temperatura del agua

Es un parámetro físico que permite medir las sensaciones de calor y frío. Desde el punto de vista microscópico, la temperatura se representa como la energía cinética interna media de las moléculas que integran el cuerpo estudiado, en este caso el agua.

2.3.9.Impacto Ambiental

Son los cambios espaciales y temporales de un parámetro ambiental como consecuencia de la interacción de una acción humana en particular, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la situación no se hubiese dado. (MINAM,2014)

2.3.10.Flora y fauna

Flora, es el conjunto de especies vegetales que se pueden localizar en una espacio o lugar determinado y estas pueden ser propias de un periodo geológico o que habitan en un ecosistema determinado. La fauna son las especies animales, nativas o exóticas, incluyendo su diversidad genética, que viven libremente en el territorio nacional.

2.3.11.Laboratorio acreditado

Es el laboratorio que cuenta con el reconocimiento del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) u otra entidad internacional equivalente con los requisitos establecidos en la norma Internacional Organization for Standardization (ISO) 17025, que establece los requisitos generales que deben cumplir los laboratorios de ensayo para acreditar su competencia.

2.3.12.Monitoreo de la calidad de agua

Proceso que permite obtener la medición de la calidad de los cuerpos del agua con el objetivo de 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. (CEPAL,2015)

2.3.13.Muestra de agua

Es la parte representativa del material a estudiar (para este caso agua natural superficial) en la cual se analizan los parámetros de interés.(MINAM,2014)

2.3.14.Parámetro in situ

Son aquellos parámetros obtenidos en campo mediante el uso de equipos electrónicos u otros. (MINAM,2014)

2.3.15.Parámetro ex situ

Son aquellos parámetros que son analizados en un laboratorio, previa preservación de muestra. (MINAM,2014)

2.3.16.Preservación de muestra

Procedimiento usado para estabilizar una muestra de forma que las propiedades bajo prueba se mantengan estables desde el muestreo hasta la preparación para el análisis. (FAO,2016)

2.3.17.pH

En aguas de ríos no contaminados los valores de pH varían de acuerdo con los cambios en su oxígeno disuelto, sulfatos, caudal, cloruro, alcalinidad y aceites.

La ecuación que se utiliza para medir el pH es (Chang R. , 2010):

PH= -log [H3O+]La escala del pH va del 1 al 14, mientras más bajo sea el número, más ácido será la solución, por el contrario, mientras más alto.

2.3.18.Correntómetro

Instrumento que sirve para medir la velocidad de corrientes en el rio, mar, etc.; existen modelos que registran su dirección, profundidad, inclinación, temperatura de agua, presión y conductividad. (FAO,2016)

2.3.19.Coordenadas UTM

Es un sistema en el cual se construye geométricamente el mapa de manera que los meridianos y paralelos se transformen en una red regular, rectangular, de manera que se conserven los ángulos originales.

2.3.20.Cuenca Hidrográfica

Es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir que drena sus aguas al mar a través de un ruo, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamadas divisorias de aguas. También recibe los nombres de hoya hidrográfica, cuenca de drenaje y cuenca imbrifera. (MINAM,2014)

2.3.21. Ecosistema

Se define como “complejo de organismos junto con los factores físicos de su medio ambiente” en un lugar determinado, y propuesto además como una de las unidades básica de la naturaleza. Desde su planteamiento, Tansley resaltó la idea de ecosistema como “unidad básica de la naturaleza”. (MINAM,2014)

2.3.22.Efluente

Es un líquido o agua residual proveniente de actividades antropogénicas que pueden ser vertidas a un recurso hídrico o reusadas. (DIGESA,2007)

2.3.23.Equipo multiparámetro

Instrumento que mide simultáneamente varios parámetros como pH, temperatura, conductividad, solidos disueltos y oxígeno disuelto**.**

2.3.24.Equipo de posicionamiento Global-GPS

Equipo de sistema de posicionamiento global transformado en un estándar para la ubicación de los sitios de trabajo, lo cual asegura determinar que cada estación sea muestreada en el mismo sitio, proporcionando las coordenadas norte y este o latitud y longitud de esta.

2.3.25.Época de avenida

Mes del año en el cual el caudal mensual del rio llega a su máximo.

2.3.26.Época de estiaje

Mes del año en el cual el caudal mensual del rio llega a su mínimo.

2.3.27.Refrigerante

Cualquier sustancia solida o liquida que actúa como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. (DIGESA,2007)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

De acuerdo con Alan Neill & Cortez Suárez (2013) el tipo de la presente investigación es cuantitativa, ya que es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, lo que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados, cuyo propósito es cuantificar el problema.

Conforme a Hernández Sampieri, (2006) el nivel del presente estudio corresponde a la investigación descriptivo, debido a que trata de describir las características en las que se encuentra la calidad de Agua de la Cuenca del Rio Osmore, para luego comparar los resultados obtenidos con los estándares de calidad ambiental nacional para agua.

En la investigación descriptiva, trata de describir las características más importantes de un determinado objeto de estudio con respecto a su aparición y comportamiento, o simplemente el investigador buscará describir las maneras o formas en que éste se parece o diferencia del mismo en otra situación o contexto dado. Los estudios descriptivos también proporcionan información para el planteamiento de nuevas investigaciones y para desarrollar formas más adecuadas de enfrentarse a ellas.

3.2. Ámbito Temporal y Espacial

Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, la cuenca limita al norte con la cuenca del río Tambo, sub cuenca del río Vizcachas; al este y al sur con la cuenca del río Locumba, al oeste con el Océano Pacífico y la intercuenca entre Moquegua y Tambo, conformado por una serie de quebradas de corto y mediano recorrido que drenan sus aguas temporales al océano.

La cuenca del rio Moquegua se encuentra localizada al sur del país y geográficamente esta se ubica entre los paralelos 16°52' y 17°43' de latitud sur y entre

los meridianos 70° 26' y 71° y 20' de longitud oeste, forma parte del sistema hidrográfico de la vertiente del Pacifico, cubriendo una extensión de aproximadamente 3,431.07 km^2 de los cuales 680 km^2 corresponden a la cuenca húmeda o imbrífera, ubicada por encima de los 3,900 msnm (Serruto. 2001).

El área de estudio se localiza en la Provincia de Mariscal Nieto y en la provincia de Ilo, de la región Moquegua, comprendido por los ríos: Huaracane, Torata, Tumilaca, Moquegua y Osmore. El estudio se realizó durante los meses de agosto y noviembre del 2020 y febrero del 2021.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población del proyecto de investigación está compuesta por la Cuenca Hidrográfica del Rio Osmore, la cual está compuesta por la Provincia de Mariscal Nieto y la Provincia de Ilo.

3.3.2. Muestra

Para realizar el muestreo se consideraron los lineamientos del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua, 2016), y del Quinto Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca Moquegua - Ilo (Autoridad Local de Agua, 2014), donde se consideró 02 muestras por río a excepción del río Huaracane, donde se tomaron muestras en la microcuenca, haciendo un total de 09 muestras.

Para la recolección de las muestras, se realizaron en dos épocas: avenida y estiaje:

- **Época de Avenida**

La época de avenida se considera según la Autoridad Nacional del Agua en los meses de diciembre a marzo, para efectos de la presente investigación se realizó en el mes de febrero. El monitoreo se realizó durante el mes de febrero debido a que es

el mes que mayor caudal se registró, además de ello es el mes intermedio entre los meses considerados para época de avenida que es de diciembre a marzo.

- **Época de Estiaje**

Según la Autoridad Nacional del Agua, la época de estiaje se considera durante el periodo de los meses de abril a noviembre, para esta época se realizó la toma de muestras en los meses de agosto y noviembre. El monitoreo se realizó durante el mes de noviembre para evaluar los resultados un mes anterior a la época de avenida.

3.3.3. Estaciones de monitoreo

Se seleccionaron los puntos de muestreo según la accesibilidad al lugar y su representatividad, teniendo en cuenta las recomendaciones del "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales" (Autoridad Nacional del Agua, 2016). También se consideró las posibles fuentes de contaminación al punto de muestreo y puntos cercanos donde la Autoridad Local del Agua toma muestras.

Tabla 6

Estaciones de monitoreo

Item	Puntos	Coordenadas		Coordenadas UTM	
		Latitud	Longitud	Este	Oeste
1	ROSM-B	17°37'24.67"S	71°20'16.79"O	0251917	8049933
2	ROSM-A	17°37'17.49"S	71°16'10.97"O	0259163	8050242
3	RMOQ-A	17°11'7.83"S	70°56'2.09"O	0294319	8098897
4	RTOR	17° 4'36.65"S	70°50'46.30"O	303537	8111014
5	RMOQ-M	17°12'57.92"S	70°58'24.09"O	0290157	8095470
6	RHUA	17°10'17.60"S	70°56'30.70"O	0293458	8100433
7	RYAC	17° 5'48.15"S	70°52'42.99"O	300108	8108783
8	RTUM-B	17° 9'44.42"S	70°52'22.52"O	300783	8101525
9	RTUM-A	17° 7'42.51"S	70°50'11.50"O	0304620	8205310

Nota. Coordenadas.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Equipos

- Multiparámetro (Thermo Scientific Orion Star serie A320, para medición de Oxígeno disuelto, temperatura, pH y conductividad eléctrica)
- GPS Garmin eTrex 20x
- Correntómetro Global Water FP111
- Laptop
- Camara digital

3.4.2. Soluciones y Reactivos

- Agua Destilada
- Soluciones estándar para pH
- Preservante
- Buffer de calibración
- Refrigerantes
- Ácido nítrico al 2%

3.4.3. Materiales

- Pizeta de 250 0 500 ml
- Botas de jebe de caña alta
- Pizarra acrílica
- Lapicero
- Hojas Bond A4
- Plumón acrílico
- Brazo muestreador
- Papel secante
- Cooler
- Mascarillas
- Cinta métrica

- Plumón indeleble
- Cinta Adhesiva
- Tablero de campo

3.4.4. Formatos

- Mapa Hidrográfico
- Etiquetas para el rotulado
- Cadena custodia

3.4.5. EPP

- Casco
- Botas Musleras
- Arnés
- Chaleco
- Lentes de seguridad
- Mascarilla
- Guantes de nitrilo sin polvo
- Camisa manga larga

3.4.6. Servicios

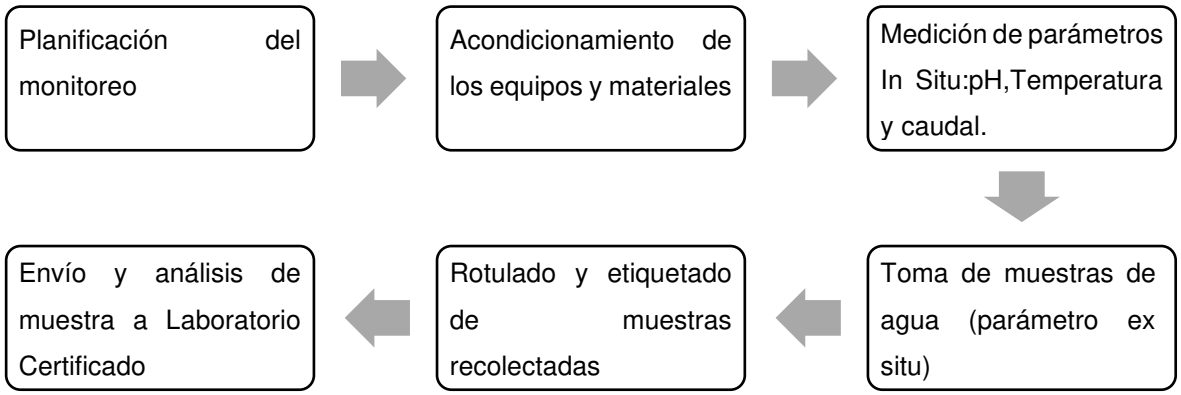
- Servicio de alquiler de una camioneta 4x4.
- Servicio de laboratorio para el análisis de metales pesados.

3.5. Procedimientos

Los procedimientos para ejecutar la presente investigación se muestran en la Figura 1.

Figura 1

Procedimiento de Monitoreo



3.5.1. Planificación del monitoreo

Para ello se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento del entorno y ubicación de las estaciones de muestreo y los lugares de acceso.
- Se describió las características del entorno al cuerpo natural de agua superficial donde se realiza el monitoreo (observar presencia de residuos, vegetación acuática, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del medio ambiente).
- Se realizó la lectura de las coordenadas de ubicación al punto de monitoreo e indicar el sistema correspondiente.
- Tomar vistas fotográficas de cada punto de monitoreo.

3.5.2. Acondicionamiento

- Para la utilización correcta del Multiparametro Thermo Scientifc – Orion Star, se calibró con los Buffer 4.01, 7.0 y 10.01 para luego verificar la curva de calibración el porcentaje de confiabilidad del instrumento de 95 % a 100%.

- Se realizó la verificación del estado óptimo del correntómetro, ya que es el instrumento que sirve para la medición de velocidad de las corrientes de agua.
- Se prepararon frascos a utilizar en el muestreo, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- Las muestras de agua fueron recolectadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados.
- Para el rotulado de frasco se utilizó plumón indeleble, seguidamente se procedió a pega con cinta adhesiva para asegurar que no se borre la descripción indicada.
- Las muestras de agua recolectadas preservadas y rotuladas, fueron colocadas en un cooler con refrigerante (ice pack), de tal manera que se aseguró su llegada al laboratorio en condiciones de conservación.

3.5.3. Medición de parámetros In situ

Los parámetros in situ que se consideraron fueron:

- pH
- Temperatura
- Caudal

La información obtenida de los parámetros in situ reflejan las condiciones reales del agua. A fin de obtener la confiabilidad de los datos.

3.5.4. Medición de pH

- Se realizaron mediciones de pH y temperatura, para ello previamente se calibro en el laboratorio el multiparámetro Thermo Scientific, una vez en campo se enjuagaron los electrodos con agua destilada para seguidamente proceder con la medición de muestra de agua introducción el electrodo al agua, se esperó que se estabilice y se tome la lectura correspondiente para registrarlo en la cadena custodia.

- Concluida la medición de pH, se procedió a lavar los electrodos con agua destilada utilizando la pizeta, luego secar con papel tissue y guardar adecuadamente evitando posibles daños al equipo.

3.5.5. Medición de Temperatura.

La temperatura del equipo realiza la lectura de forma directa y lo expresa en unidades °C, para ello se introducio el sensor en el agua y se espera que estabilice para registrar la temperatura en la cadena custodia.

3.5.6. Medición del caudal

Para la medición del caudal se consideró lo siguiente:

Se apunto la hélice del correntómetro directamente en el curso de agua que se medió, con la flecha de la carcasa del propulsor aguas abajo, si la pantalla está en blanco se presiona cualquier tecla para reiniciar el equipo, luego se presionó el botón RESET para comenzar a tomar la velocidad en el punto que se requirió.

Se tomo en cuenta el ancho del rio en metros, seguidamente se dividió en tramos y mide la profundidad y velocidad en cada una ellas.

- Velocidad; con el empleo del correntómetro
- Profundidades y ancho del río; con el empleo de la cinta métrica.

3.5.7. Toma de muestras para parámetros ex situ

- Los frascos enviados por el laboratorio fueron de 100 ml.
- Se utilizó los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestra de agua y desecharon luego de culminado el muestreo en cada punto; es importante en el manejo de reactivos de preservación químicos.
- Las muestras de agua fueron tomadas lo más alejado de la orilla, recolectándose en el centro del cauce de cada río muestreado.

- La toma de muestra se realizó en dirección opuesta al flujo del rio o quebrada**.**
- Luego de la toma de muestras, se realizó la conservación de muestras para los parámetros de metales pesados adicionando ácido nítrico (HNO3) hasta llegar a un pH 2, los demás parámetros no necesitan conservación por que se realizaran las medidas in situ.
- Los parámetros para analizar fueron las concentraciones de: Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B y Mn
- Para el análisis de metales pesados, se utilizó el método EPA Method 6020.B.

3.5.8. Rotulado y Etiquetado

Los recipientes se rotularon con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua tuvo como mínimo los siguientes datos:

- Nombre del solicitante
- Código del punto de muestreo
- Tipo de cuerpo de agua
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Tipo de análisis requerido
- Preservación y tipo de reactivo.

3.5.9. Envío y análisis de muestras

Para los análisis de las muestras recolectadas, se trabajó con el laboratorio ALS CORLAB, el mismo que acreditado y cuenta con la certificación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) permitiendo obtener resultados confiables.

3.6. Análisis de Datos

Para el análisis y delimitación de la Cuenca del Rio Osmore se utilizó el Software ArcGis 10.7. Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos durante

el monitoreo se utilizaron la hoja de cálculo Excel 2019, el software estadístico SPSS versión 23.0. y RStudio para los gráficos.

Se aplico la prueba de normalidad y homocedasticidad de varianzas para los datos al inicio del experimento (prueba de Shapiro – Wilk), el cual es utilizado para demostrar si los datos están normalmente distribuidos. Asimismo, se utilizó la prueba de Friedman que es una prueba no paramétrica utilizada para la comparación de 2 mediciones o más, prueba de Kruskal-Wallis es una prueba estadística que es utilizada para probar si un grupo de datos proviene de la misma población y la prueba Post- Hoc, las pruebas post hoc muestran las diferencias en las medias pronosticadas por el modelo para cada par de niveles de factor.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron tres monitoreos en las épocas de estiaje (agosto y noviembre 2020) y avenida (febrero 2021), se muestran los resultados obtenidos en In Situ (campo) y Ex Situ (laboratorio) de la Cuenca del Rio Osmore.

Tabla 7

Estaciones de Monitoreo y Coordenadas

Item	Puntos	Coordenadas		Coordenadas UTM	
		Latitud	Longitud	Este	Oeste
1	ROSM-B	17°37'24.67"S	71°20'16.79"O	0251917	8049933
2	ROSM-A	17°37'17.49"S	71°16'10.97"O	0259163	8050242
3	RMOQ-A	17°11'7.83"S	70°56'2.09"O	0294319	8098897
4	RTOR	17° 4'36.65"S	70°50'46.30"O	303537	8111014
5	RMOQ-M	17°12'57.92"S	70°58'24.09"O	0290157	8095470
6	RHUA	17°10'17.60"S	70°56'30.70"O	0293458	8100433
7	RYAC	17° 5'48.15"S	70°52'42.99"O	300108	8108783
8	RTUM-B	17° 9'44.42"S	70°52'22.52"O	300783	8101525
9	RTUM-A	17° 7'42.51"S	70°50'11.50"O	0304620	8205310

Nota. Coordenadas expresadas en grados, minutos y segundos.

4.1. Resultados

4.1.1 Parámetros de laboratorio

Para aplicar alguna prueba estadística a los resultados obtenidos de la concentración de metales pesados presentes en la Cuenca del Rio Osmore, primero se procedió a aplicar la prueba de Shapiro – Wilk que se usa para demostrar si los datos están normalmente distribuidos. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 8

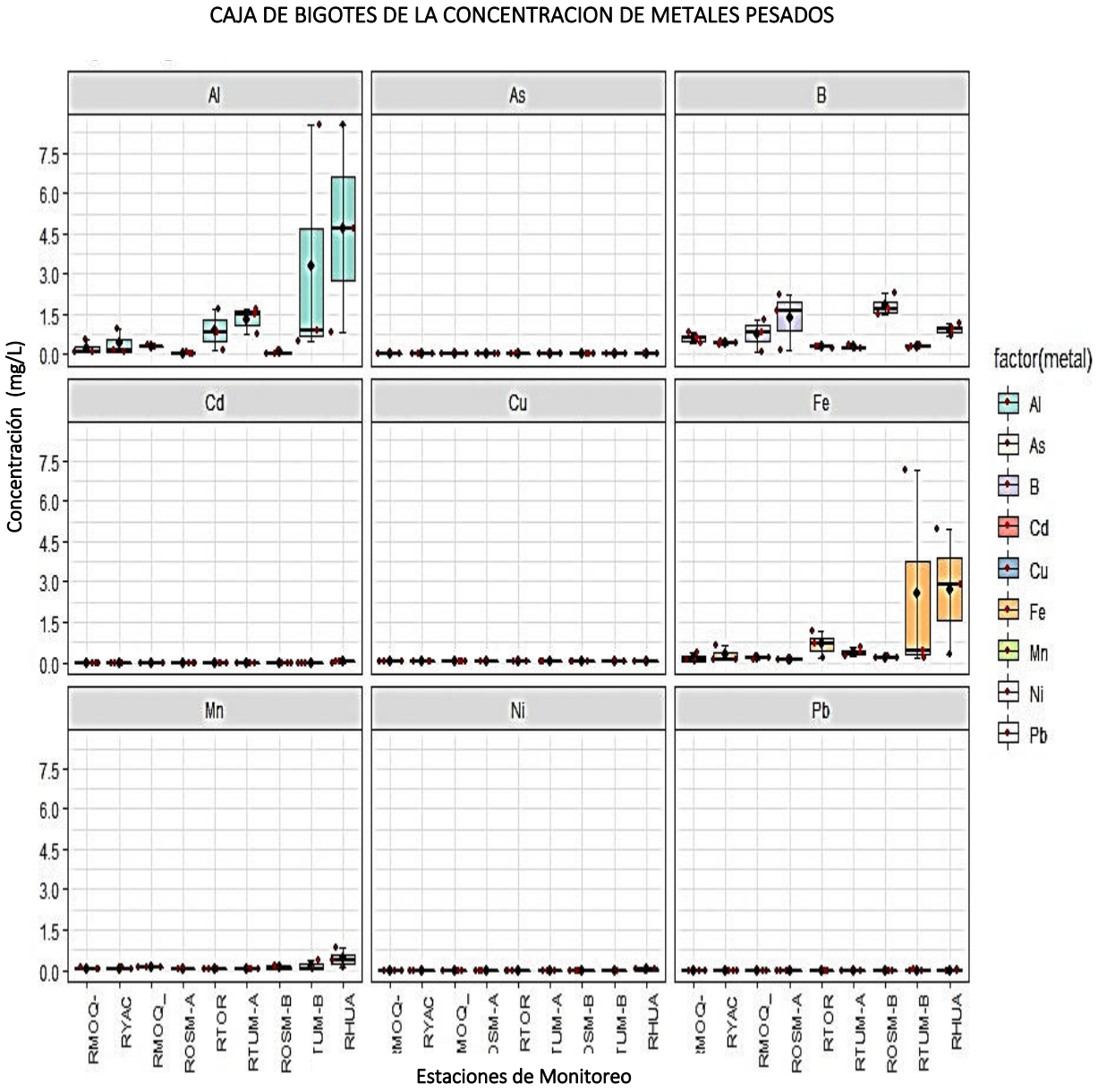
Prueba de Normalidad de las Muestras Según Metales Pesados

Metal	Shapiro-Wilk	gl	Sig.
Plomo	0.472	27	0.000
Arsenico	0.904	27	0.016
Aluminio	0.841	27	0.001
Cobre	0.357	27	0.000
Cadmio	0.252	27	0.000
Hierro	0.873	27	0.003
Niquel	0.440	27	0.000
Boro	0.706	27	0.000
Manganeso	0.537	27	0.000

Nota. En la tabla 8, observamos la prueba de normalidad de los contenidos de metales pesados, siendo ellos significativos, por tanto, no cumplen con el principio de normalidad de datos, en consecuencia, procedemos a aplicar pruebas no paramétricas para su análisis.

Figura 2

Resultados de las Concentraciones de Metales Pesados



Nota. Los datos están agrupados por estación de monitoreo para la elaboración de la caja de bigotes se utilizaron tanto datos de estiaje como de avenida.

En la figura 2 podemos observar que los datos más dispersos son el aluminio y el hierro seguidamente del boro y por último el manganeso, lo que demuestra una vez más lo indicado en la figura 2, por ello podemos señalar que los

metales con menor dispersión y significado son el arsénico, cadmio, cobre, níquel y el plomo.

- **Aluminio**

Tabla 9

Comparación de Contenidos de Aluminio entre Monitoreo y Ríos

Aluminio	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	1.89	0.222	2	0.895
	II	2.00			
	III	2.11			
Estaciones	ROSM_B	15.00	18.603	8	0.017
	ROSM_A	15.00			
	RMOQ_A	6.33			
	RTOR	16.00			
	RMOQ_M	14.33			
	RHUA	24.33			
	RYAC	23.33			
	RTUM_B	9.00			
	RTUM_A	2.67			

Nota. a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla 10

Prueba Post-Hoc de Comparaciones de Contenido de Aluminio.

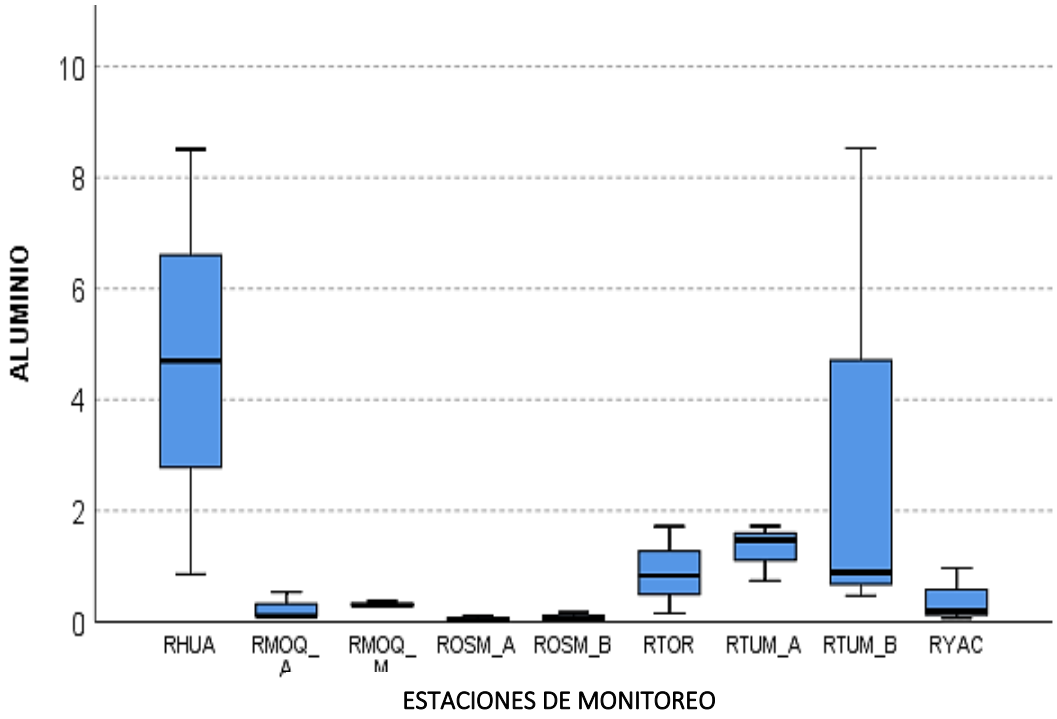
Comparación	Estadístico de contraste	Error	Desv. Estadístico de contraste	p-valor
ROSM-A vs RTUM-B	-17.33	6.481	-2.675	0.070
ROSM-B vs RTUM-B	-15.00	6.481	-2.315	0.021
ROSM-B vs RHUA	17.67	6.481	2.726	0.006
RMOQ-A vs RHUA	13.33	6.481	2.057	0.040
ROSM-A vs RHUA	20.00	6.481	3.086	0.002
ROSM-A vs RTOR	-13.33	6.481	-2.057	0.040
ROSM-B vs RTUM-A	-15.33	6.481	-2.366	0.018
ROSM-A vs RTUM-A	-17.67	6.481	-2.726	0.060

Nota.Post- Hoc, permite identificar si los datos difieren.

En la tabla 09, observamos la prueba de significación global para los contenidos de aluminio entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia no significativa Fr=0.222, p= 0.895; es decir, estadísticamente no hay diferencia de los contenidos medidos en diferentes periodos. Por otra parte, para los contenidos de aluminio entre ríos de la cuenca del rio Osmore, la comparación de rangos muestra que existe diferencia significativa H=18.603, p=0.017; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de aluminio son diferentes. Esta diferencia significativa se detalla la tabla 10, donde la prueba post-hoc muestra que los ríos RTUM-A, RTUM-B, RHUA y RTOR, presentan mayores contenidos de aluminio frente a los ríos ROSM-A y ROSM-B, ver figura 3.

Figura 3

Comparación de Contenidos de Aluminio entre Ríos.



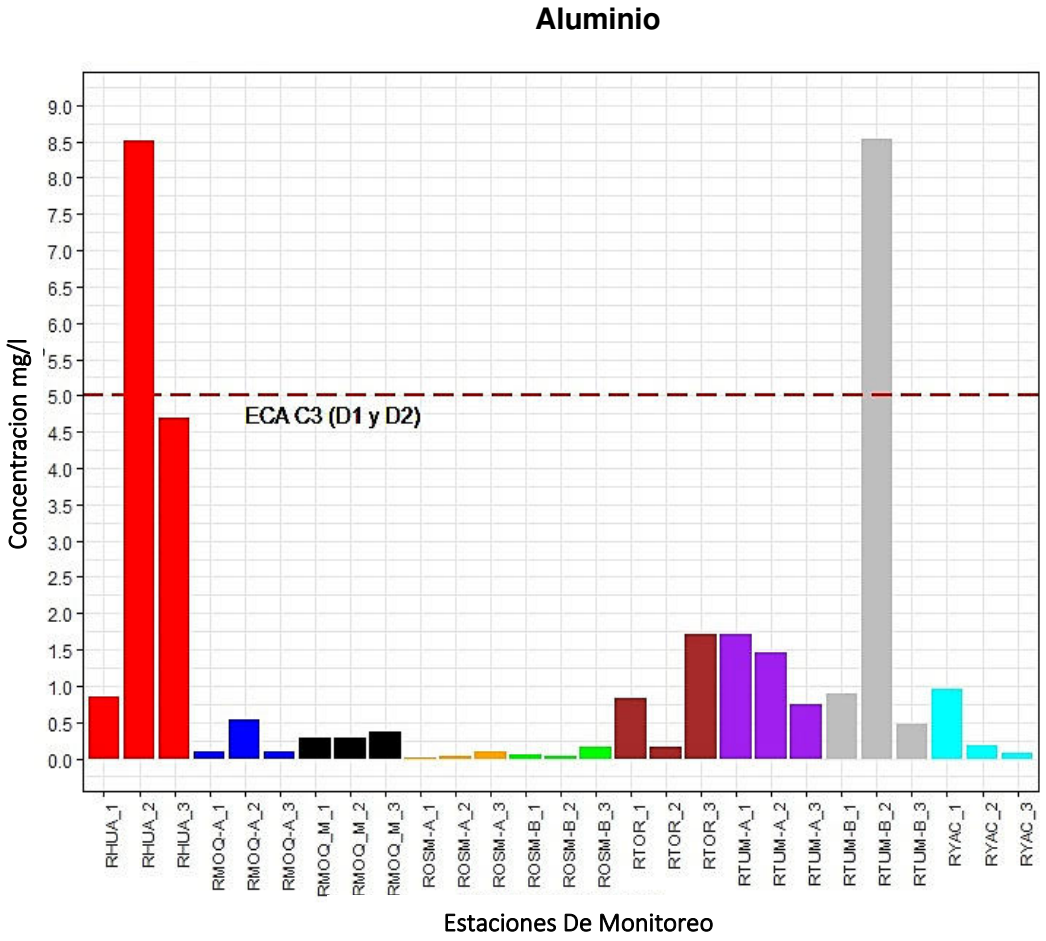
Nota. Cajá de bigotes del metal pesado aluminio.

Según los Estándar de Calidad Ambiental para agua-Categoría 3: D1 Agua para riego de vegetales y D2 bebida de animales, permite una valoración de hasta

5mg/l en ambas subcategorías, para lo cual se puede observar que el Rio Huaracane sobrepasa los estándares permitidos en sus 2 épocas tanto avenida como estiaje.

Figura 4

Aluminio con Estándares de Calidad Ambiental



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

El aluminio supero los Estándares de Calidad Ambiental para agua en la estación del rio Huaracane en la época de estiaje II con un valor de 8.513 mg/L y en la estación correspondiente al rio Tumilaca parte baja correspondiente también a la época de estiaje con un valor de 8.530mg/L, por último, durante la época de avenida la estación ubicada en el rio Huaracane está al límite de superar los estándares con un valor de 4.701mg/L.

Por otra parte se identifica menor presencia de aluminio en el rio Osmore ubicada en la provincia de Ilo, los que tuvieron menor concentración de metales en la época de estiaje I y II con 0.003mg/l y 0.027 ROSM-A.

- **Hierro**

Tabla 11

Comparación de Contenidos de Hierro de Monitoreos y Estaciones

Hierro	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	1.89	0.222	2	0.895
	II	2.00			
	III	2.11			
Estaciones	ROSM_B	11.00	13,499	8	0.096
	ROSM_A	6.67			
	RMOQ_A	7.83			
	RTOR	19.67			
	RMOQ_M	10.33			
	RHUA	22.67			
	RYAC	10.17			
	RTUM_B	19.33			
	RTUM_A	18.33			

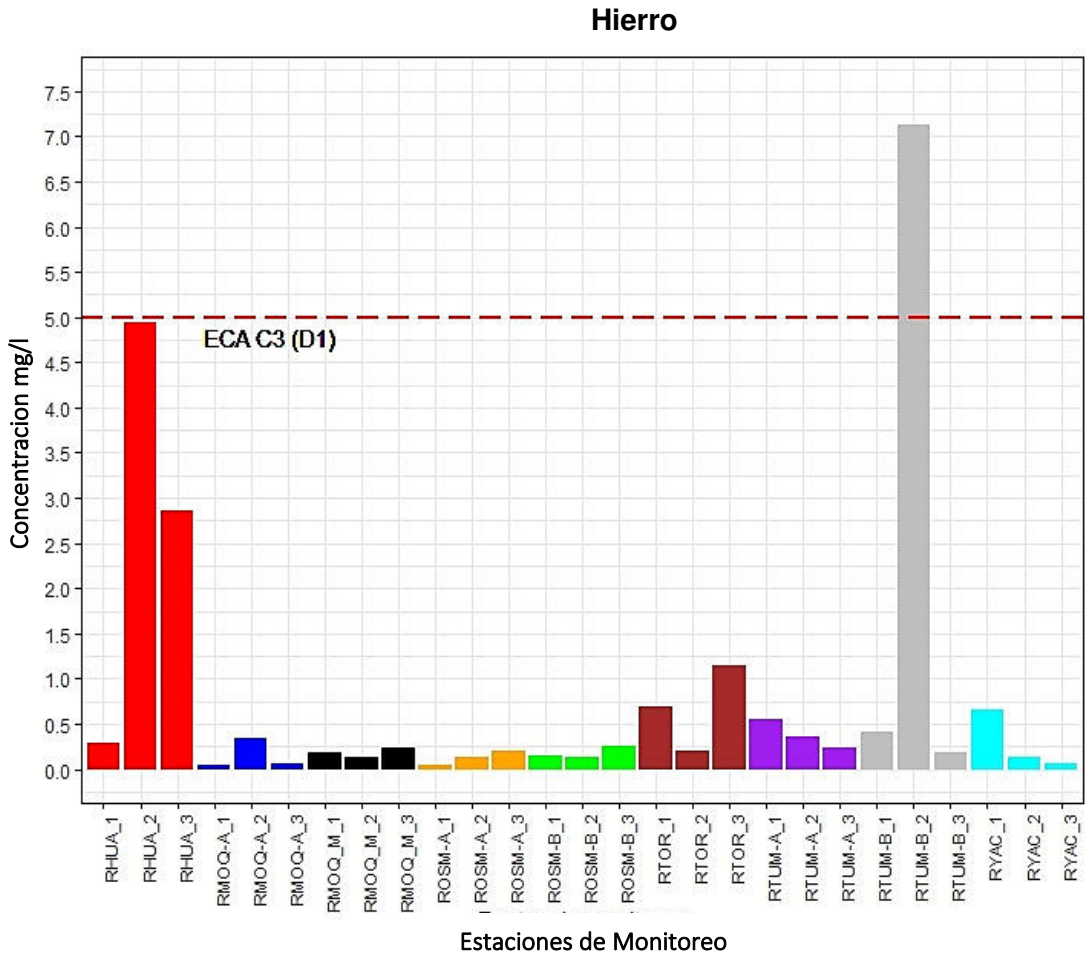
Nota.a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 11, observamos la prueba de significación global para los contenidos de hierro entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia no significativa Fr=0.222, p=0.895; es decir, estadísticamente no hay diferencia de los contenidos medidos en diferentes periodos de monitoreo. De similar manera, para los contenidos de hierro entre ríos de la cuenca de Moquegua, la comparación de rangos muestra que no existe diferencia significativa H=13.499, p=.096; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de hierro son iguales

Según los Estándar de Calidad Ambiental para agua-Categoría 3: D1 Agua para riego de vegetales, permite una valoración de hasta 5 mg/L en ambas y para D2 Bebida de animales este metal no aplica para que su concentración sea evaluada, por lo tanto, en esta ocasión solo se tomó en cuenta la D1 y se muestra a continuación en la siguiente figura.

Figura 5

Estándares de Calidad Ambiental para Hierro



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

Según lo observado en la figura 5, el hierro supero los estándares de calidad ambiental en el rio Tumilaca parte baja con un valor de 7.138mg/L, la muestra recolectada en el Rio Huaracane esta próxima al límite con un valor de 4.939 mg/l , en la misma estación en la época de avenida el hierro se encuentra con un valor de

2.866 mg/l pero no a superar el estándar. Por otra parte, el valor menor encontrado de hierro se encuentra en el punto de rio Osmore parte alta correspondiente al Distrito de Algarrobal.

- **Boro**

Tabla 12

Comparación de Contenidos de Boro entre Monitoreos y Estaciones

Boro	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	2.89	12.667	2	0.002
	II	1.89			
	III	1.22			
Estaciones	ROSM_B	25.00	14.984	8	0.059
	ROSM_A	17.33			
	RMOQ_A	16.00			
	RTOR	6.33			
	RMOQ_M	14.00			
	RHUA	19.33			
	RYAC	13.33			
	RTUM_B	8.33			
	RTUM_A	6.33			

Nota. a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 12, observamos la prueba de significación global para los contenidos de boro entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia significativa Fr=12.667, p= 0.002; es decir, estadísticamente existe diferencia entre los contenidos medidos en diferentes periodos de monitoreo, viendo esta diferencia, una comparación post-hoc.

En la tabla 13, muestra que el monitoreo 1 con un rango mayor, difiere significativamente con el monitoreo 3, BSD=1.667, p= 0.001. Por otra parte, para los contenidos de boro entre ríos de la cuenca de Moquegua, la comparación de rangos

muestra que no existe diferencia significativa H=14.984, p= 0.059; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de boro son iguales

Tabla 13

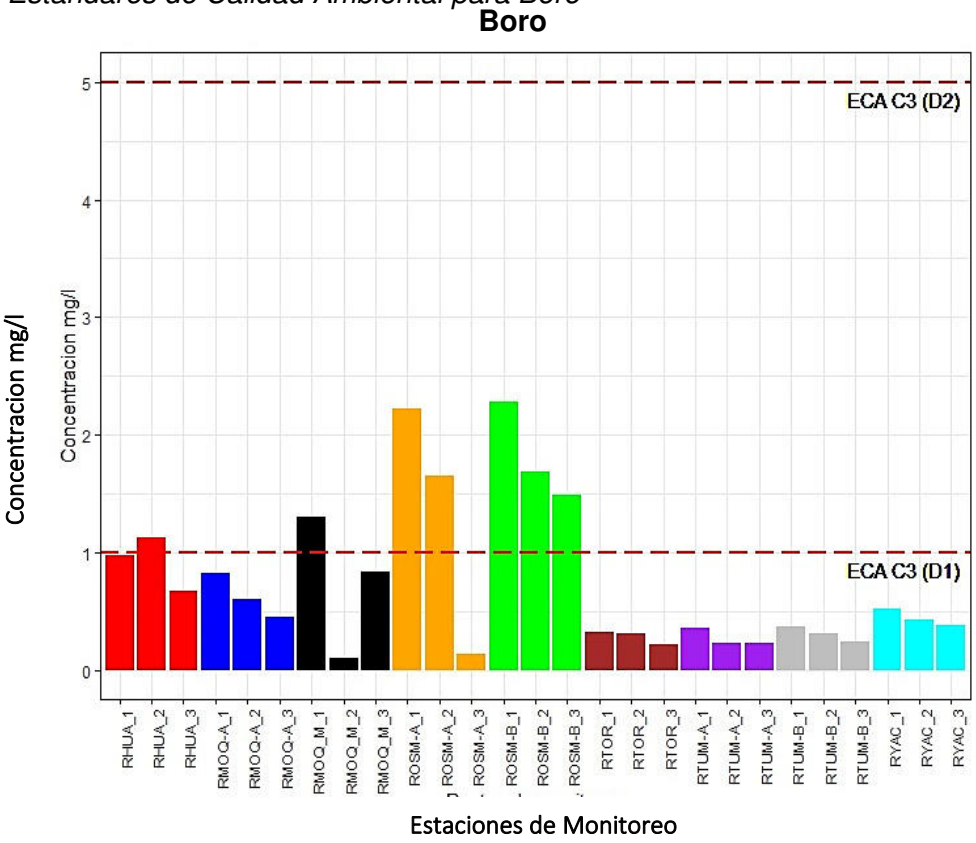
Prueba Post- Hoc de Comparaciones de Contenido de Boro

Comparación	Estadístico de contraste	Error	Desv. Estadístico de contraste	p valor ajustado
Monitoreo 3 vs Monitoreo 1	1.667	0.471	3.536	0.001

Según los Estándar de Calidad Ambiental para agua-Categoría 3: D1 Agua para riego de vegetales, permite una valoración de hasta 1mg/l para lo cual son 7 muestras las que sobrepasan los estándares entre época de avenida y estiaje

Tabla 14

Estándares de Calidad Ambiental para Boro



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

En la tabla 14 se pude observar que la mayor concentración de boro se encuentra en el ROSM-B y ROSM-A correspondientes al rio Osmore ubicadas en la provincia de Ilo, el cual se identifica valores de 2.28mg/L y 2.22 mg/L durante la época de estiaje. Asimismo, en la época de estiaje II podemos observar que sobrepasan los estándares el punto ROSM-B,ROSM-A,RMOQ-M y RHUA con valores de 1.689mg/L,1.655mg/L,1.045mg/L y 1.128mg/L.

Finalmente, en la época de avenida solo se superó los estándares de calidad ambiental para agua los puntos ROSM-B y ROSM-A con valores de 1.489 mg/L y 1.372mg/L.

- **Manganeso**

Tabla 15

Comparación de Contenido de Manganeso entre Monitoreos y Estaciones

Manganeso	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	2.11	0.222[a]	2	0.895
	II	2.00			
	III	1.89			
Estaciones	ROSM_B	17.67	13.335[b]	8	0.101
	ROSM_A	11.67			
	RMOQ_A	7.50			
	RTOR	9.67			
	RMOQ_M	20.83			
	RHUA	25.00			
	RYAC	10.33			
	RTUM_B	13.67			
	RTUM_A	9.67			

Nota. a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

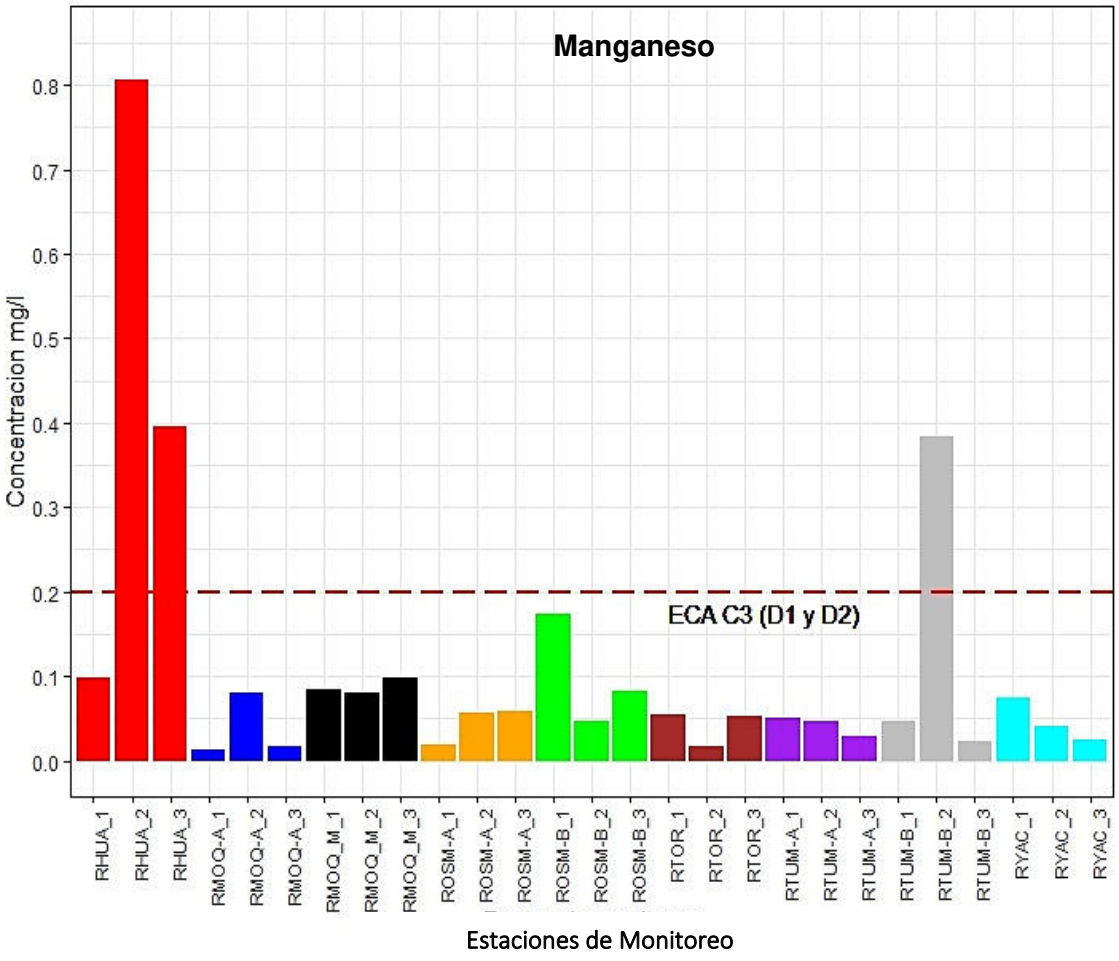
En la tabla 15, observamos la prueba de significación global para los contenidos de manganeso entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia no significativa Fr=0.222, p=0.895; es decir, estadísticamente no hay diferencia de los contenidos medidos en diferentes periodos de monitoreo. De similar manera, para los contenidos de manganeso entre ríos de la

cuenca de Moquegua, la comparación de rangos muestra que no existe diferencia significativa H=13.335, p= 0.101; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de manganeso son iguales.

Según los Estándar de Calidad Ambiental para agua-Categoría 3: D1 Agua para riego de vegetales y D2 bebida de animales, permite una valoración de hasta 0.2 mg/L en ambas subcategorías, para lo cual se puede observar que el Rio Huaracane sobrepasa los estándares permitidos en sus 2 épocas tanto avenida como estiaje.

Figura 6

Estándares de Calidad Ambiental para Manganeso



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

En la figura 6 observamos que el manganeso supera los estándares de calidad ambiental para agua en la estación RHUA correspondiente al rio Huaracane el cual supero en la época de estiaje II y avenida con valores correspondientes a 0.8063 mg/L y 0.3985 mg/L. Asimismo, en la estación del rio Tumilaca sobrepasa el estándar con una concentración de 0.3840mg/L.

- **Plomo**

Tabla 16

Comparación de Contenido de Plomo entre Monitoreos y Estaciones.

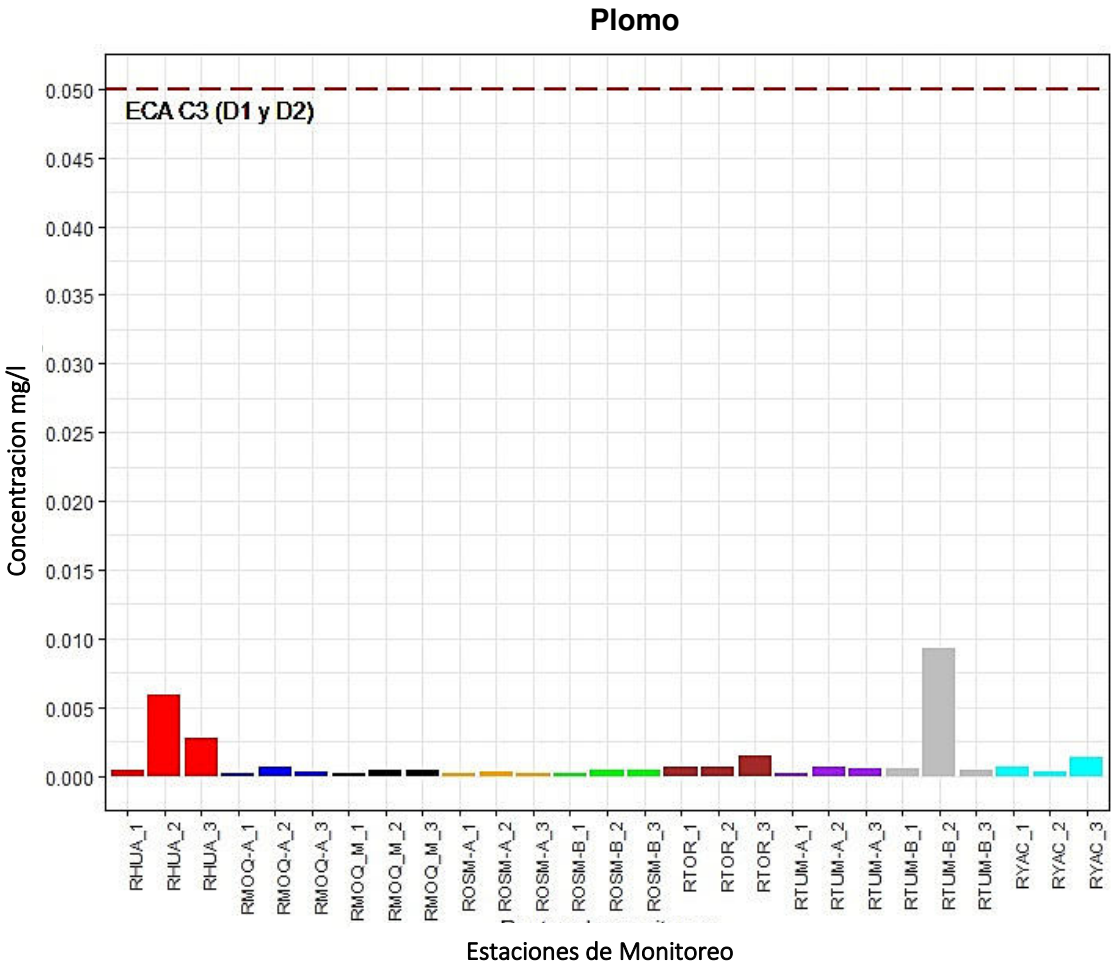
Plomo	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	1.39	5.88[a]	2	0.053
	II	2.44			
	III	2.17			
Estaciones	ROSM_B	9.50	13.61[b]	8	0.093
	ROSM_A	5.00			
	RMOQ_A	10.17			
	RTOR	21.50			
	RMOQ_M	9.50			
	RHUA	21.17			
	RYAC	17.50			
	RTUM_B	18.67			
	RTUM_A	13.00			

*Nota.*a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 16, observamos la prueba de significación global para los contenidos de plomo entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia no significativa Fr=5.88, p= 0.053; es decir, estadísticamente no hay diferencia de los contenidos medidos en diferentes periodos, monitoreos. De similar manera, para los contenidos de plomo entre ríos de la cuenca de Moquegua, la comparación de rangos muestra que no existe diferencia significativa H=13.61, p=0.09; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de plomo son iguales

Figura 7

Estándares de Calidad Ambiental Agua para Plomo



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

De la figura 7 podemos observar que las concentraciones de plomo no supera los estándares de calidad ambiental, pero los datos más sobresalientes del total de muestras son del rio Huaracane son 0.0059 mg/L y 0.0028 mg/L, también en la estación del rio Tumilaca parte baja se encontró plomo con un valor de 0.0093 mg/L.

En el 85% de las estaciones de monitoreo los valores de plomo no superaron los estándares de calidad ambiental para agua.

- **Arsenico**

Tabla 17

Comparación de Contenidos de Arsénico entre Monitoreo y Ríos

Arsénico	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	2.22	4.222[a]	2	0.121
	II	2.33			
	III	1.44			
Rios	ROSM_B	15.00	19.630[b]	8	0.012
	ROSM_A	15.00			
	RMOQ_A	6.33			
	RTOR	16.00			
	RMOQ_M	14.33			
	RHUA	24.33			
	RYAC	23.33			
	RTUM_B	9.00			
	RTUM_A	2.67			

*Nota.*a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 17, observamos la prueba de significación global para los contenidos de arsénico entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia no significativa Fr=4.22, p= 0.121; es decir, estadísticamente no hay diferencia de los contenidos medidos en diferentes periodos, monitoreos.

Por otra parte, para los contenidos de arsénico entre ríos de la cuenca de Moquegua, la comparación de rangos muestra que existe diferencia significativa H=19.63, p= 0.012; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente al menos dos ríos difieren en los contenidos de arsénico; esta diferencia se observa en la tabla 18, donde la prueba Bonferroni BSD= 21.67, p= 0.03, muestra que los ríos RTUM-A y RHUA, estadísticamente los contenidos de arsénico son diferentes.

Tabla 18

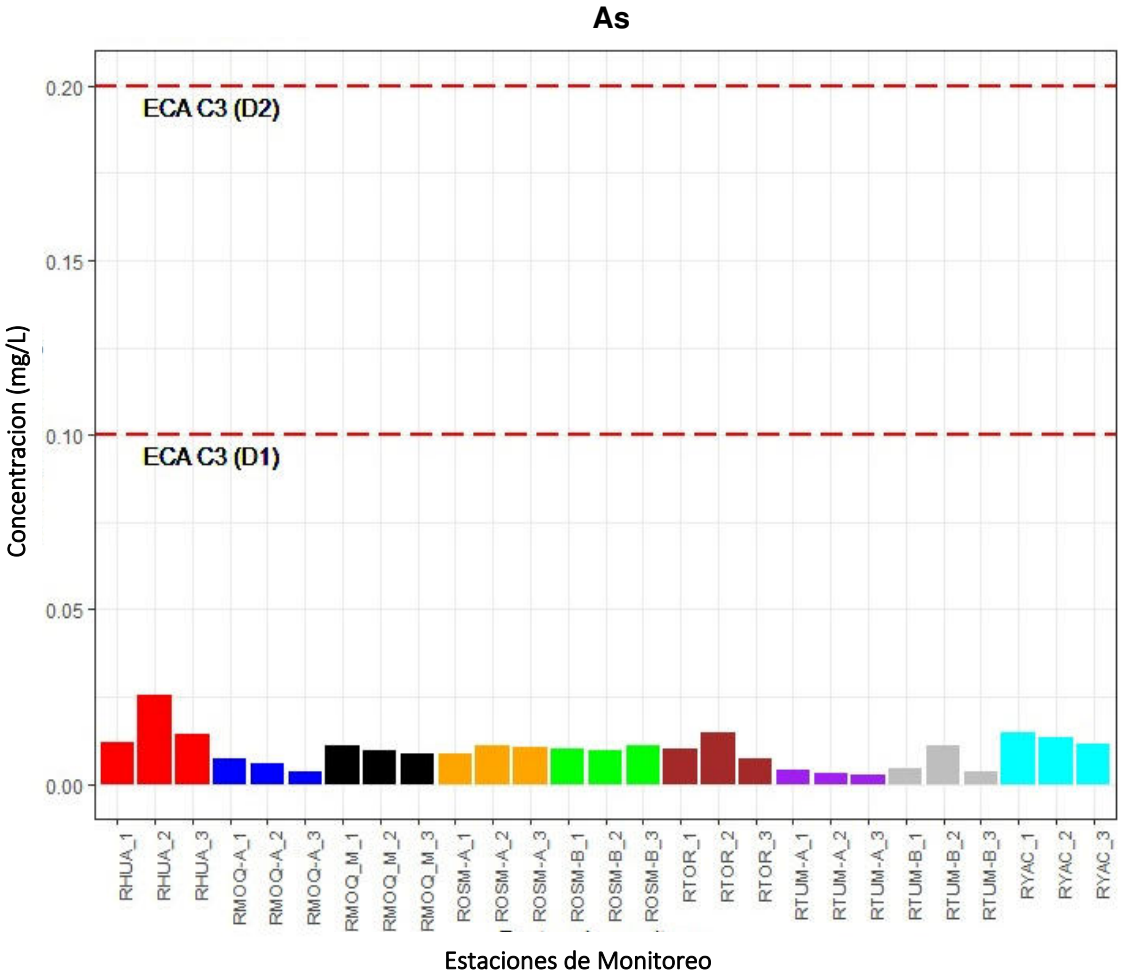
Prueba Post – Hoc de Comparaciones de Contenido de Arsénico.

Comparación	Prueba BSD	Error	Desv. Estadístico de contraste	p valor ajustado
RTUM-A vs RHUA	21.67	6.481	3.343	0.03

A continuación, se muestra la figura 8 donde se visualiza las concentraciones de arsénico y los estándares para el metal según normativa.

Figura 8

Estándares de Calidad Ambiental para Arsénico



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

De la figura 8 se puede observar que las concentraciones de arsénico no sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua, pero las concentraciones más altas mostradas son de la estación RHUA correspondiente al rio Huaracane con una concentración de 0.0255mg/L y 0.0144mg/L.

- **Cobre**

Tabla 19

Comparación de Contenidos de Cobre entre Monitoreos y Ríos

Cobre	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	1.83	0.514	2	0.773
	II	2.00			
	III	2.17			
Rios	ROSM_B	12.33	13.253	8	0.103
	ROSM_A	3.83			
	RMOQ_A	15.83			
	RTOR	17.17			
	RMOQ_M	5.83			
	RHUA	18.00			
	RYAC	15.50			
	RTUM_B	22.50			
	RTUM_A	15.00			

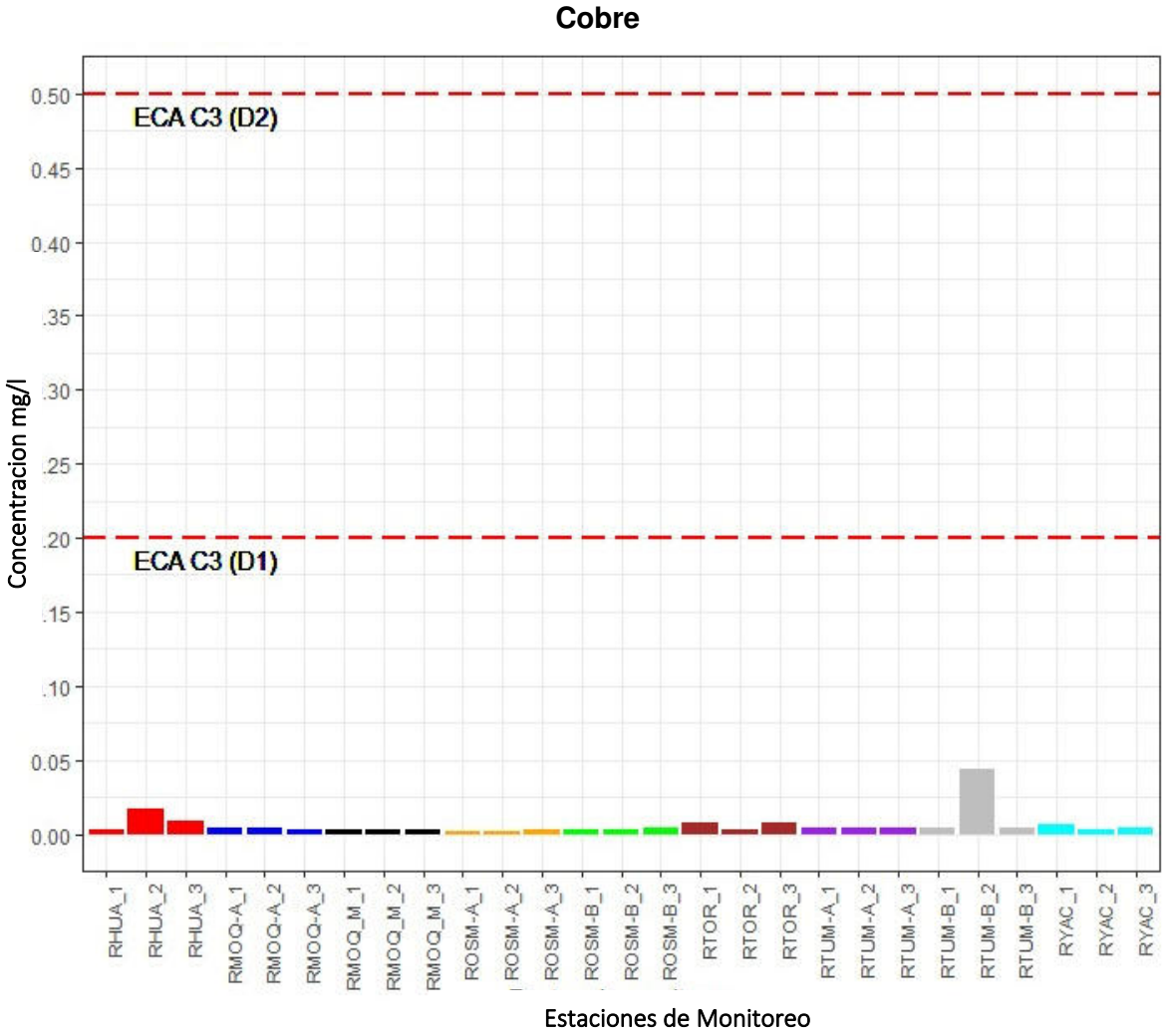
*Nota.*a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 19, observamos la prueba de significación global para los contenidos de cobre entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia no significativa Fr=0.514, p= 0.773; es decir, estadísticamente no hay diferencia de los contenidos medidos en diferentes periodos, monitoreos. De similar manera, para los contenidos de cobre entre ríos de la cuenca de Moquegua, la comparación de rangos muestra que no existe diferencia significativa H=13.253, p= 0.103; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de cobre son iguales

En la siguiente figura se muestra las concentraciones de cobre contrastadas con los estándares de calidad ambiental para agua.

Figura 9

Estándares de Calidad Ambiental para Cobre.



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

En la figura 9 observamos que el cobre no supera los estándares de calidad ambiental para cobre. Asimismo, las estación RTUM-B muestra una de las concentraciones más elevada respecto a las demás muestras con un valor de 0.0437mg/L , seguidamente del rio Huaracane con valores de 0.0164 mg/L y 0.0087mg /L.

- **Cadmio**

Tabla 20

Comparación de Contenidos de Cadmio entre Monitoreo y Ríos.

Cadmio	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	1.89	2.000[a]	2	0.368
	II	2.11			
	III	2.00			
Rios	ROSM_B	13.00	16.615[b]	8	0.034
	ROSM_A	13.00			
	RMOQ_A	13.00			
	RTOR	13.00			
	RMOQ_M	13.00			
	RHUA	22.00			
	RYAC	13.00			
	RTUM_B	13.00			
	RTUM_A	13.00			

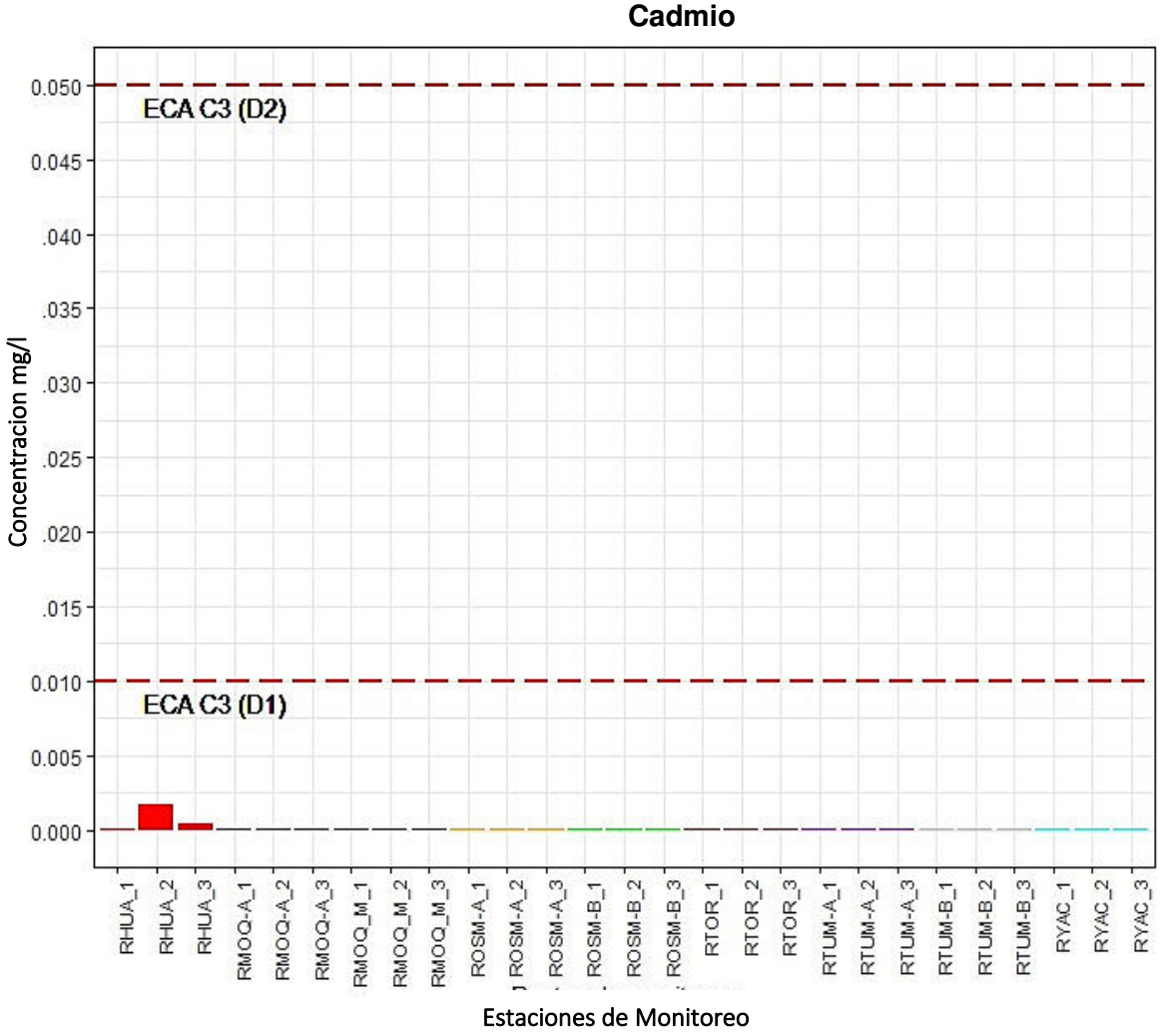
*Nota.*a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 20, observamos la prueba de significación global para los contenidos de cadmio entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia no significativa Fr=2.00, p= 0.368; es decir, estadísticamente no hay diferencia de los contenidos medidos en diferentes periodos de monitoreo. Por otra parte, para los contenidos de cadmio entre ríos de la cuenca de Moquegua, la comparación de rangos muestra que existe diferencia significativa H=16.615, p= 0.034; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de cadmio son diferentes, frente a esta diferencia, observamos que el RHUA es el único diferente, ya que el resto de los ríos presentan el mismo contenido de cadmio.

En la siguiente figura se muestra las concentraciones de cadmio contrastadas con los estándares de calidad ambiental para agua.

Figura 10

Estándares de Calidad Ambiental para Cadmio



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

De la figura 10 se observa que las concentraciones de cadmio no supera los estándares de calidad ambiental, pero cabe indicar que las concentraciones mas elevadas se encontraron en el rio Huaracane en la época de estiaje II y época de avenida con valores de 0.00167 mg/L y 0.00046 mg/L.

- **Niquel**

Tabla 21

Comparación de Contenidos de Níquel entre Monitoreos y Ríos

Comparación de contenidos de níquel entre monitoreos y entre ríos

Níquel	Grupos	Rango promedio	Prueba estadística	Grados libertad	Valor p
Monitoreos	I	2.17	7.313[a]	2	0.026
	II	2.50			
	III	1.33			
Rios	ROSM_B	15.33	10.793[b]	8	0.214
	ROSM_A	12.00			
	RMOQ_A	13.17			
	RTOR	11.00			
	RMOQ_M	13.67			
	RHUA	25.67			
	RYAC	8.83			
	RTUM_B	16.83			
	RTUM_A	9.50			

Nota. a. prueba de Friedman, b. prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 21 observamos la prueba de significación global para los contenidos de níquel entre los momentos de monitoreo, donde una comparación de rangos promedio mostró una diferencia significativa Fr=7.313, p= 0.026; es decir, estadísticamente existe diferencia entre los contenidos medidos en diferentes periodos de monitoreo, además en la tabla 22, observamos que el monitoreo 3 presenta un rango menor y que éste es el que difiere significativamente con el monitoreo 2, BSD=1.667, p= 0.04.

Por otra parte, para los contenidos de cobre entre ríos de la cuenca de Moquegua, la comparación de rangos muestra que no existe diferencia

significativa H=10.793, p= 0.214; es decir, que, a lo largo de la cuenca, estadísticamente los contenidos de níquel son iguales.

Tabla 22

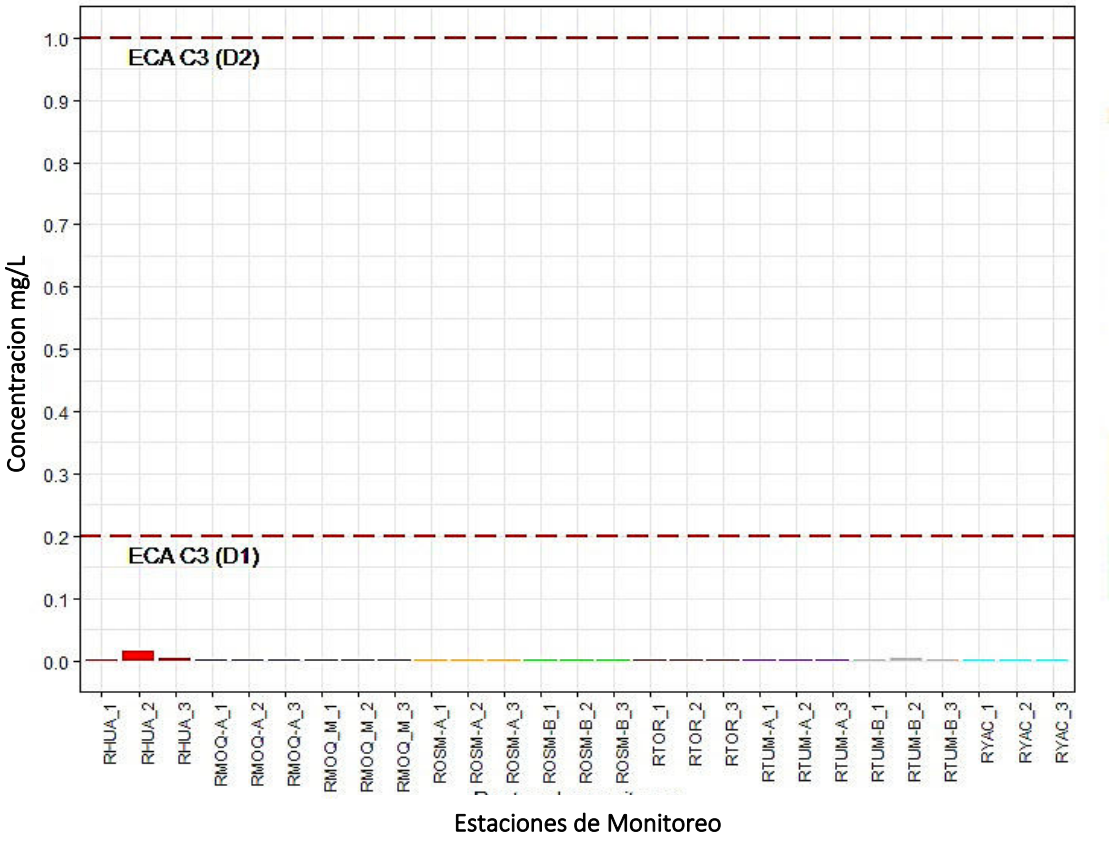
Prueba Post – Hoc de comparaciones de Contenido de Níquel.

Comparación	Estadístico de contraste	Error	Desv. Estadístico de contraste	p valor ajustado
Monitoreo 3 vs Monitoreo 2	1.667	0.471	2.475	0.04

En la siguiente figura se observa que las concentraciones de níquel no sobrepasan los estándares de calidad ambiental y que la concentración más elevada se encuentra en el rio Huaracane con un valor de 0.0144 mg/L.

Figura 11

Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Níquel



Nota. D.S. 004-2017-MINAM

4.1.2 Parámetros de campo

Los parámetros que se consideraron en campo fueron: Caudal, Temperatura y pH, los mismos que se midieron consideran el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”.

4.1.1.1. Caudal

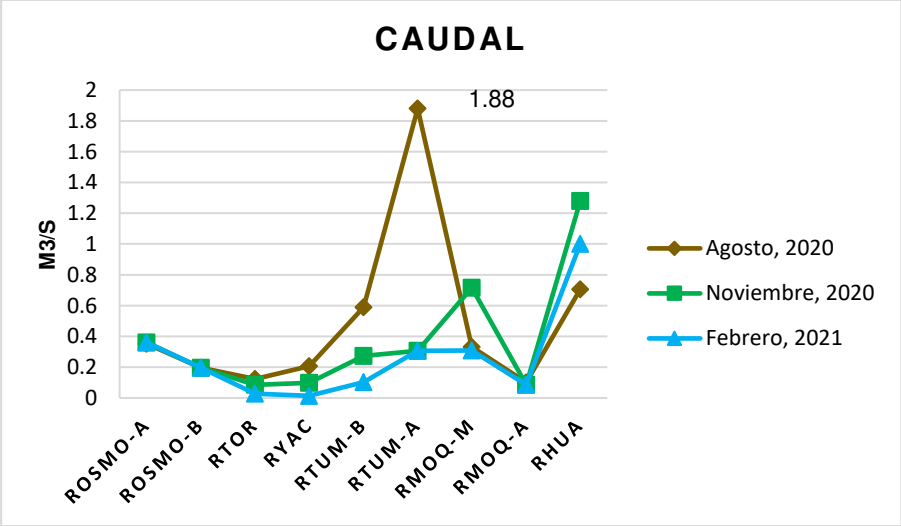
El mayor caudal registrado para el mes de agosto (época de estiaje) correspondió río Tumilaca (RTUM – A) con un caudal de 1.88 m^3/s; por otro lado, el río que registró un menor caudal fue el río Moquegua (RMOQ-A), con 0.1 m^3/s.

Para el mes de noviembre correspondiente también a la época de estiaje, el río Huaracane (RHUA) tuvo el mayor registro de caudal con 1.279 m^3/s, mientras que el río Torata registró un caudal de 0.085 m^3/s.

Durante el mes de febrero (época de avenida), los registros de los caudales máximo y mínimo fueron de 1.001m^3/s y 0.014 m^3/s para los ríos Huaracane y Yacango respectivamente.

Figura 12

Variación del Caudal en las Estaciones de Monitoreo



Nota. Los datos presentes en la tabla fueron tomados durante la época de avenida y estiaje, de los cuales se obtuvieron un mayor caudal en el mes de agosto de 2020 y el mes de febrero de 2021.

4.1.1.1.1. Correlación de caudal y metales pesados.

A continuación, se muestra las pruebas estadísticas de la correlación del caudal y los metales pesados:

Tabla 23

Correlación entre Caudal y metal Pesado en Diferentes Monitoreos.

Metal	M1	M2	M3
Plomo	0.004	0.025	0.100
Arsénico	0.200	0.033	0.217
Aluminio	0.500	0.017	0.450
Cobre	0.479	0.304	0.204
Cadmio	0.500	0.650	0.650
Hierro	0.117	0.033	0.804*
Níquel	0.067	0.650	0.650
Boro	0.083	0.867*	0.083
Manganeso	0.083	0.521	0.717*

Nota. * Valores significativos a un nivel del 0.05

En la Tabla 23, observamos las correlaciones mediante la prueba de Spearman en los tres monitoreos entre el volumen del caudal de los nueve ríos de la cuenca de Moquegua y los contenidos del metal pesado. En el primero monitoreo se observó que existe un nivel de correlación moderada-positiva para los metales aluminio rho=0.5 y cadmio rho=0.5, es decir que a mayor caudal en los ríos se registró mayor contenido de metal; mientras que para el cobre rho= 0.479, refiere que a mayor caudal en los ríos se registró menor contenido del metal. En el segundo monitoreo se observa niveles de correlación moderada positiva para los metales cadmio rho= 0.65, níquel rho= 0.65 y manganeso rho= 0.521; mientras que para el boro presenta un nivel de correlación negativa significativa rho= 0.867, $p< 0.05$, es decir que a mayor caudal en los ríos se registró menor cantidad del metal. Finalmente, para en tercer monitoreo se observa niveles de correlación positiva para los metales aluminio rho= 0.450, cadmio rho= 0.650, hierro rho= 0.804, níquel rho= 0.650, y manganeso rho= 0.717, siendo significativas ($p< 0.05$) y de mayor nivel

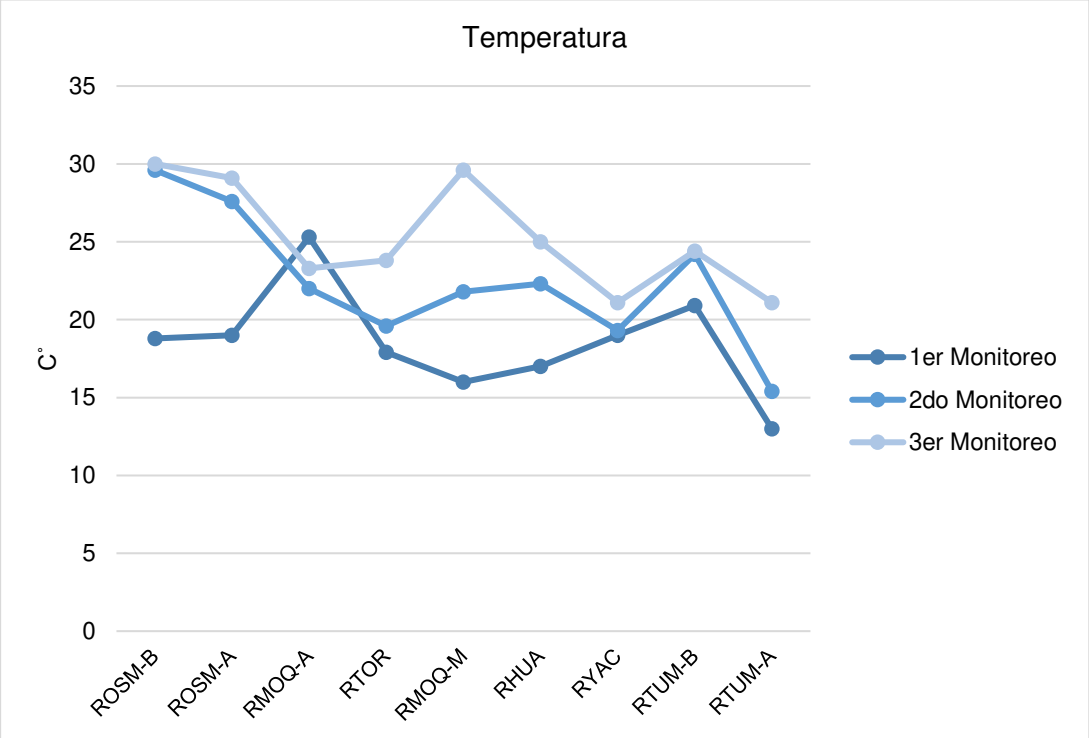
(bueno), bajo una escala 3 (Martínez, 2009), las correlaciones para los metales hierro y manganeso.

4.1.1.2. Temperatura

Los registros de temperatura se aprecian en la Figura 13, en la que indican que en el primer y segundo monitoreo correspondiente a la época de estiaje (agosto y noviembre) alcanza de 29.6 °C (Río Osmore – ROSM-B) y una temperatura baja para el río Tumilaca parte alta (RTUM-A) con 13°C; mientras que, para la época de avenida (febrero), la temperatura asciende a un máximo valor de 30°C para el río Osmore (ROSM-B) seguidamente de 29.6 registrada en el Rio Moquegua (RMOQ-M) y se registra una temperatura de 21.1°C para el río Yacango al igual que el rio Tumilaca (TUM-A) (21.1 °C).

Figura 13

Datos de Temperatura durante los 3 Monitoreos.



Nota. El primer y segundo monitoreo corresponden a la época de estiaje, el tercer monitoreo se evaluó durante la época de avenida.

Tabla 24

Valores Descriptivos de las temperaturas Registradas

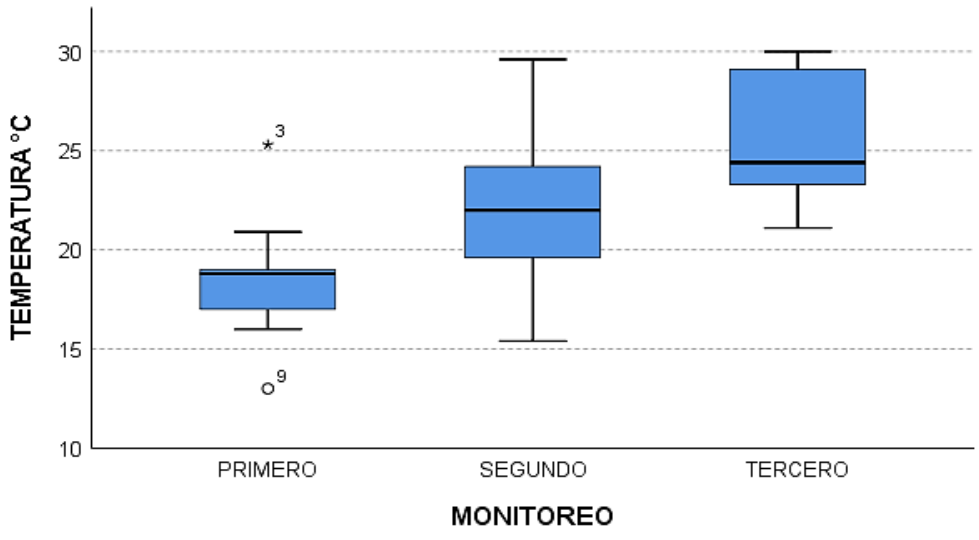
Temperatura °C	1er Monitoreo	2do Monitoreo	3er Monitoreo
Muestra	9	9	9
Promedio	18.5	22.4	25.3
Desviación estándar muestra	3.4	4.3	3.5
Mínimo	13	15.4	21.1
Máximo	25.3	29.6	30

Nota. Síntesis de los valores registrados durante los monitoreos.

En la tabla 24, observamos valores descriptivos de las temperaturas de una muestra de nueve ríos de la cuenca de Moquegua, durante tres periodos de medición, donde en el primer monitoreo de registró una temperatura M= 18.5°C y con una DE= 3.4°C, la muestra registra una temperatura mínima de 13°C y una máxima de 25°C; mientras que para el segundo monitoreo se registró una temperatura M= 22.4°C con una DE= 4.3°C, la temperatura mínima de la muestra fue de 15.4° y una máxima de 29.6°C; por ultimo en el tercer monitoreo se presenta una temperatura media M= 25.3°C con una DE= 3.5°C, presentando una temperatura mínima de 21.1°C y una máxima de 30°C.

Figura 14

Caja de Bigotes de Temperatura



En la figura 14 se evidencio que la mayoría de los datos se encuentra en el primer cuartil, lo que podemos relacionar a las bajas temperaturas de la época de estaje, en el segundo monitoreo observamos una homogeneidad de datos y en la época de avenida la mayoría de los datos se encuentran en el segundo cuartil.

Asimismo, los máximos y mínimos tienen un mayor rango de dispersión en el monitoreo 2 correspondiente a la época de estiaje.

4.1.1.3. pH

Tabla 25

Valores Descriptivos de pH Registrado.

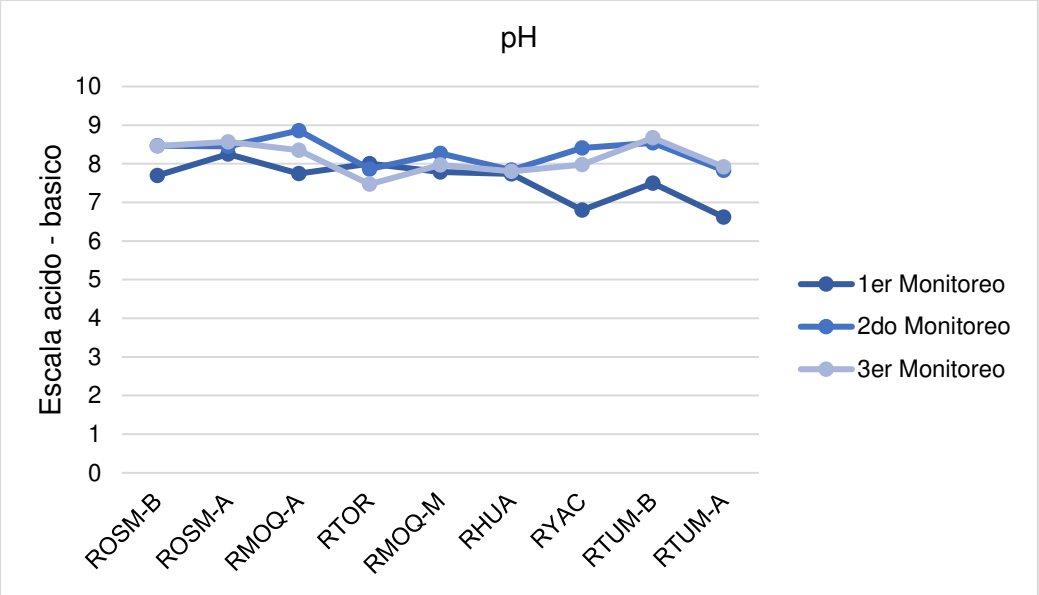
PH	1er Monitoreo	2do Monitoreo	3er Monitoreo
Muestra	9	9	9
Promedio	7.57	8.28	8.13
Desviación estándar muestra	0.53	0.36	0.40
Mínimo	6.62	7.83	7.47
Máximo	8.25	8.86	8.67

Nota. Valores descriptivos correspondientes a la época de estiaje y avenida.

En la Tabla 25 podemos observar los valores descriptivos del pH de la cuenca del Rio Osmore, correspondiente a los tres épocas en las que se realizó el monitoreo, el primer monitoreo correspondiente a la época de estiaje registro un pH M= 7.57 con una DE=0.53 las muestras registran un pH mínimo de 6.62 y un máximo de 8.25, mientras que en el segundo monitoreo correspondiente también a la época de estiaje se registró un pH M=8.28 con una DE=0.36 y las muestras con un pH de 7.83 y un máximo de 8.86.

Figura 15

Datos de pH de los 3 Monitoreos.



Nota. Los valores resaltados en rojo, supera la subcategoría D2 correspondiente a agua destinada para riego de vegetales, de igual forma los valores resaltados en naranja corresponden a la subcategoría de agua destinada para la bebida de animales , y estas se resaltaron por que supera los estándares de calidad ambiental para agua.

Finalmente, en la época de avenida se registran un pH M=8.13 con una desviación estándar de 0.40 y las muestras registran un pH mínimo de 7.47 y un pH máximo de 8.67.

Tabla 26

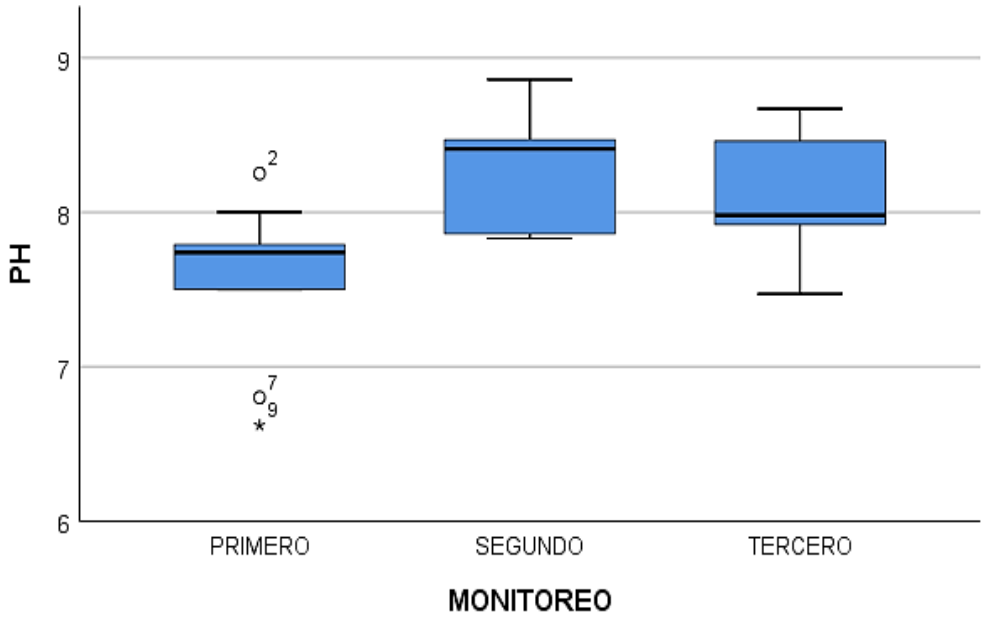
Registro de pH de las Estaciones de Monitoreo.

Epoca	ROSM-B	ROSM-A	RMOQ-A	RTOR	RMOQ-M	RHUA	RYAC	RTUM-B	RTUM-A	D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de Animales
Estiaje I	7.7	8.25	7.75	8	7.79	7.74	6.8	7.5	6.62		
Estiaje II	8.47	8.45	8.86	7.86	8.27	7.84	8.41	8.54	7.83	6,5-8,5	6,5-8,4
Avenida	8.46	8.57	8.35	7.47	7.97	7.8	7.98	8.67	7.92		

De la tabla 26 podemos identificar que del total de la muestras 6 de ellas sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en el segundo monitoreo se encuentran 5 de estos en el ROSM-B,ROSM-A,RMOQ-A,RYAC y RTUM-B con valores de 8.47,8.45,8.86,8.41 y 8.54 en el orden mencionado por ultimo en la época de avenida los valores que supera el ECA para agua son ROSM-B,ROMS-A y RTUM-A 8.46,8.57 y 8.67.

Figura 16

Comparación de pH Según Monitoreo



Nota. Caja de bigotes de los 3 monitoreos, el primero y segundo corresponde a la época de estiaje y el tercero a la época de avenida.

En la figura 16 podemos observar que la mayoría de los datos correspondientes a la época de estiaje I y II se encuentran en el segundo cuartil a diferencia de la época de avenida que se encuentra en el primer cuartil.

Asimismo, encontramos datos máximos en el segundo monitoreo y mínimos en el primer monitoreo, en el tercer monitoreo la mayoría de los datos son uniformes.

4.2. Discusión

Los metales pesados se encuentran distribuidos en diferentes medios (acuáticos, terrestres y aéreos) en esta investigación se encuentra en aguas superficiales los cuales son analizados ex situ obteniendo valores de concentración en mg/L.

Los metales pesados tienen la característica de tener mayor densidad por lo que suelen sedimentarse. Asimismo, poseen la propiedad de bioacumularse en tejidos y como ya mencionamos anteriormente, son dañinos para la salud humana, en el presente estudio de investigación se tomaron 9 puntos de monitoreo distribuidos ampliamente en la Cuenca del Rio Moquegua con el fin de determinar la concentración de metales pesados en cada uno de los puntos.

En el presente estudio de investigación se analizó la concentración de hierro presente en las muestras de agua superficial, por lo que recordamos que el hierro es un local común que se encuentran en rocas y suelos de forma insoluble, pero debido a sus formas complejas lo podemos encontrar en fuentes de agua, además los niveles de hierro por encima de los 0.3 mg/L puede propiciar crecimiento bacteriano, de los resultados del estudio encontramos que de las 27 muestras solo una de ellas supera los estándares de calidad ambiental para agua con un valor de 7.138 mg/L correspondientes al rio Tumilaca seguidamente del rio Huaracane con un valor de 4.939 mg/L .Ambas estaciones corresponden a la cuenca media, mientras que los valores menos significativos fueron encontrados en la cuenca baja correspondiente al rio Osmore ubicada en la Provincia de Ilo.

En la investigación realizada por (Dunán Avila et al., 2021) los contenidos de hierro en las aguas del rio Yamanigüey oscilan entre 0.01-0.34 mg/L. Las normas (NC 827, 2017), (NC 1021, 2014) y (OMS, 2011) recogen como valor de referencia para el hierro 0.3 mg/L. De lo antes mencionado podemos analizar los resultados desde otro valor referencial.

Según la Organización Mundial de la Salud el valor permitido para el hierro es de 0.30 mg/L basándonos en esto los valores las muestras que

sobrepasan las concentraciones aumentarían 0.685 mg/L, 0.656 mg/L, 0.415mg/L y 0.554 mg/L correspondientes a las estaciones de RTOR,RYAC,RTUM-B y RTUM-A, los datos mencionados anteriormente corresponden a la época de estiaje I, mientras que en la época de estiaje II solo tres valores sobrepasan los estándares permitidos por la Organización Mundial de la Salud los cuales corresponden a 0.335 mg/L, 4.939 mg/L y 0.335 mg/L correspondientes a las estaciones de RMOQ-A,RHUA y RTUM-A.

Según Loarte y Sanabria (2015) informan que el Manganeso es aportado a los cuerpos de agua a partir de rocas y los suelos y estos se encuentran en forma de sales y su presencia se debe a minerales que existen debido a actividades mineras aguas arriba, que es una de las características que presenta nuestro estudio. Asimismo, según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2017) indica que el manganeso puede adherirse a partículas en el agua o depositarse en forma de sedimento.

El manganeso es otro de los elementos analizados durante esta investigación, si bien es cierto el manganeso es uno de los componentes vitales para nuestra salud, esto solo se cumplen mientras se tengan la dosis correcta en nuestro cuerpo es por ello que existen estándares tanto nacionales e internacionales, que norman estos valores incluso en cuerpos de agua, en el caso de Perú la norma indica que los valores máximos se deben encontrar en 0.2 mg/L en otro contexto internacional la Organización Mundial de la Salud disminuye este valor a 0.1 mg/L, en otros países como en el caso de Bolivia estos estándares permiten una mayor concentración de manganeso llegando a 0.4mg/L según su estándar de calidad ambiental.

Según los resultados obtenidos en el presente estudio indica que se encontraron concentraciones de 0.8063mg/L y 0.3958mg/L correspondientes al rio Huaracane y una concentración de 0.3840 mg/l en el rio Tumilaca parte que sobrepasan los estándares de calidad ambiental, si nos enmarcamos dentro de normas internacionales más estrictas como

la OMS aumentaría un valor correspondiente a la estación del rio Osmore parte baja con un concentración de 0.1741mg/L .

Por otra parte las concentraciones de cadmio no superaron los estándares de calidad ambiental para agua y en algunos casos estaban por debajo de los rangos cuantificables, de igual modo no superaron estándares internacionales por lo que podemos apreciar que el cadmio no guarda relación con los demás metales pesados estudiados y que a diferencia del manganeso y cobre que generalmente se pueden encontrar relacionados, el cadmio no comparte esta característica, además de ello el cadmio es uno de los metales pesados más peligrosos debido a sus atribuciones cancerígenas en el presente estudio de las 27 muestras ninguna de ellas supera los estándares.Sin embargo, comparando el resultado de la muestra de la estación de rio Osmore parte baja correspondiente a la ciudad de Ilo, con 0.1741mg/L,el valor sobrepasa al de la Organización Mundial de la Salud que es 0.1 mg/L

Sin embargo, para (Bargiela & Iorio, 2010; Buenfil & Flores, 2007) las concentraciones de cobre obedece principalmente a efectos de precipitación de arrastre y turbulencia, lo que desencadena la resuspensión del metal que bajo condiciones de bajo caudal y alto contenido de materia orgánica y óxidos de hierro, este tiende a sedimentarse en el medio acuático.

Para Ahmed et al., (2013), determina que el factor de bioacumulación de los metales pesados, especialmente Zn, Fe y Cu, fue mayor en la temporada de aumento de la temperatura Por otra parte Londoño et al., (2016) indica que el cobre interactúa con el hierro, molibdeno, azufre y zinc, el plomo con el calcio. Asimismo, el cobre en los ambientes acuáticos representa un serio problema ambiental y riesgo de salud para los moradores, ya que estos metales se adhieren a los sedimentos que posteriormente sirven de alimento para peces y son acumulados principalmente en musculo e hígado (Panebianco, 2011).

Los resultados obtenidos del cobre en las muestras no sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua, así también normatividad internacional como la Organización Mundial de la Salud, pero Londoño et al.,(2016) señala que el cadmio interactúa con el cobre, de lo que podemos deducir que tiene comportamientos similares y características como mayor sedimentación en el medio acuático, entonces podemos deducir que al encontrar concentración de cadmio podremos encontrar también concentraciones elevadas de cobre, por lo que en el presente estudio ambas se encontraban muy por debajo de los estándares permitidos.

En el caso del boro se encontraron muestras que superaron las concentraciones establecidos por los ECA para agua, y tuvieron un comportamiento similar ya que de las 9 muestras que superaron los estándares 6 de ellas se encuentran en dos estaciones las cuales supera en estiaje I, estiaje II y avenida estas estaciones se encuentran ubicadas en la provincia de Ilo correspondiente a la cuenca baja para lo cual se obtuvieron los siguientes valores en época de avenida I 2.28 mg/L , 2.22mg/L y 1.298 mg/L correspondiente a las estaciones ROSM-B,ROSM-A y RMOQ-M.Por otra parte en la época de avenida II se encuentran valores 1.689 mg/L, 1.655 mg/L, 1.045mg/L y 1.128 mg/L correspondiente a las estaciones ROSM-B,ROSM-A, RMOQ-M y RHU, finalmente en época de avenida se encuentra 1.489 mg/L y 1.372 mg/L correspondiente al Rio Osmore ubicado en la cuenca parte baja.

De lo anterior podemos deducir revisando propiedades de los elementos que el boro al poseer menor masa atómica puede ser transportado a través del medio acuático para ser depositado en la cuenca baja a diferencia de metales como el cobre y cadmio que poseen una mayor masa atómica y que según antecedentes se encuentran en mayor parte en sedimentos.

En el caso del níquel y arsénico las muestras analizadas no supero los estándares de calidad ambiental para agua, de igual forma normativa internacional por lo que es indicio de que el agua superficial de la cuenca del rio Osmore no tiene presencia de níquel.

Para Arce & Calderón (2018) en su trabajo de investigación denominado “suelos contaminados con plomo en la ciudad de la Oroya-Junín y su impacto en las aguas del Río Mantaro”, se encontró valores que llegan de más 0.1 mg Pb/L en la zona del depósito de escorias de Huanchan, fundamentalmente después de las lluvia lo que indica que si hay impacto de la contaminación de los suelos frente a la contaminación de fuentes de agua, limitando la vida en este medio acuático ya que el Estándar de Calidad Agua Peruano es de 1 ug Pb/L, tampoco es apta para el riego y bebida de animales.

En el caso de la presente investigación los datos obtenidos están muy por debajo de las concentraciones de los estándares de calidad ambiental para agua por lo que podemos evaluar otras fuentes como sedimentos, pero se puede rescatar que de las 27 muestras la que mayor concentración de plomo contiene es la de la estación del rio Huaracane con un valor de 0.0059 mg/L. Además, existe un considerable interés en los efectos del aumento de la concentración de aluminio en aguas naturales acidificadas por deposición atmosférica. Las consecuencias ambientales del aumento de las concentraciones de las especies acuosas de Al, incluyen toxicidad para los peces y otros organismos acuáticos, cambios en sistemas de amortiguación de las aguas superficiales, alteraciones en el ciclo de nutrientes importantes y la toxicidad para la vegetación terrestre (Sullivan et al., 1986).

El aluminio disuelto en las aguas con pH bajo tiene un efecto nocivo en peces y otras formas de vida acuática (Driscoll et al., 1980). El aluminio es uno de los principales componentes de la corteza terrestre, es altamente insoluble, sin embargo, concentraciones significativamente elevadas de aluminio han sido descubiertas en el drenaje de aguas superficiales en regiones "sensibles al ácido" que están recibiendo grandes cantidades de insumos de precipitación ácida (Hem, 1986).

Según las muestras las concentraciones de aluminio superaron en época de estiaje II para los ríos de Huaracane y Tumilaca parte baja con concentraciones de 8.513 mg/L y 8.530 mg/L.

De acuerdo con los resultados, el rio Huaracane es quien posee mayores concentraciones de metales pesados respecto a las demás estaciones seguido del Rio Osmore ubicada en la Provincia de Ilo y por último el Rio Tumilaca. Asimismo, indicar que el rio Huaracane no tiene mayor influencia de actividades antropogénicas a diferencia del Rio Tumilaca.

Los registros del caudal indican que durante la época de estiaje se tuvo un mayor caudal que en la época de avenida lo que puede deberse a cambio climáticos que tuvieron mayor impacto los últimos diez años, en la presente investigación se registró un caudal de 1.88 m^3/s y 0.085 m^3/s durante la época de estiaje siendo el valor máximo y mínimo registrado. En cuanto a la época de avenida se registró valores máximos de 1.001 m^3/s y el menor 0.014 m^3/s, esto se puede relacionar a que según la base teórica revisada la época de avenida corresponde a meses de mayor caudal que son de enero a marzo, estos valores no son regulares, por lo que depende del periodo de lluvias de la zona altoandina, lo que genera una mayor precipitación, por lo que estos valores no son regulares a diferencia de la época de estiaje que tiene una mayor duración.

En cuanto a la temperatura del agua, en época de estiaje se obtuvo una temperatura mínima de 13°C y una máxima de 29.6°C en la época de avenida, el resultado de la mínima temperatura fue de 21.1°C y una máxima de 30°C.

Los resultados muestran un pH ligeramente básico, por lo cual se registraron valores que supera los ECA para agua, es preciso indicar que la zona se caracteriza por poseer suelos salinos y duros debido a que en las zonas altas se presencia actividad volcánica. Asimismo, se observa la presencia de actividad agrícola y ganadera, por lo cual es posible que estas características puedan influir en el pH, por lo que registra en estiaje (8.47,8.45,8.86,8.41 y 8.54) y en la época de avenida (8.57,8.86, 8.46).

Quirós-Bustos et al., (2022) y Correa et al., (2021) no encontraron diferencias significativas entre la época seca y de lluvia en sus estudios, en

la presente investigación, tampoco se hallaron comportamientos que logren evidenciar alguna característica que influya sobre la concentración de metales pesados en el agua. Asimismo, Enamorado et al., (2021) estudio un trayecto del rio impactada por la minería de oro donde encontró Hg, Pb y Mn, en el caso de la presente investigación el Rio Torata se encuentra impactado por la minería pero que a su vez esta es supervisada, por lo que no se encontraron indicios de contaminación por parte de la minería.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Los metales pesados en especial el aluminio, hierro, boro y manganeso supero los Estándares de Calidad Ambiental para agua, el aluminio registro concentraciones de 8.513 mg/L en la estación de monitoreo RHUA, y 8.530 mg/L correspondiente a la estación RTUM-B correspondientes a la época de estiaje. Asimismo, en la época de avenida se registra una concentración de 4.701 mg/L.

En la época de estiaje correspondiente a las muestras tomadas durante el mes de agosto y noviembre las concentraciones obtenidas del primer monitoreo en su mayoría no sobrepasa los estándares de calidad ambiental para agua a excepción del boro, que de los 9 puntos muestreados en 4 de ellos se tiene una valoración alta en ROSM-B (2.28), ROSM-A (2.22), RMOQ-M (1.2298) y RMOQ-B (1.746) siendo el están para la Sub-Categoría de riego de vegetales 1mg/L.En la época de avenida se registró una variación en los niveles de concentración de metales, en el cual se superó los ECA en cuatro estaciones de monitoreo con los siguientes metales: aluminio, hierro y boro.

El mayor caudal registrado en la época de estiaje fue en la estación RTUM – A (1.88 m^3/s) y el menor caudal fue en RTOR (0.085 m^3/s). Asimismo, en la época de avenida se registro un caudal mayor de 1.001 m^3/s.

Respecto al parámetro de pH , durante la época de estiaje se logró identificar variaciones en las estaciones de monitoreo ROSM-B(8.47),ROSM-A (8.45),RMOQ-A (8.86), RYAC (8.41) y RTUM-B (8.54).En la época de avenida se obtuvieron valores mayores en las estaciones de ROSM-B(8.46),ROMS-A (8.57) y RTUM-A(8.67). La temperatura máxima registrada durante la época de estiaje fue en la estación de ROSM-B (29.6 °C) y la mínima en RTUM-A (13°C), en la época avenida se registran temperatura máxima en la estación de ROSM-B 30°C.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar monitoreo de Boro en aguas superficiales, ya que es uno de los metales pesados que son más tóxicos y deteriora la salud de las personas y animales afectando órganos internos por su característica de bioacumulación.

Desarrollar tipos de fitorremediación que permitan la extracción de metales pesados de una manera ecoamigable sin deteriorar la vida acuática.

Realizar estudios sobre la concentración de metales pesados en sedimentos. Asimismo, incluir aguas subterráneas en los posibles proyectos de investigación ya que se carece de información al respecto.

Promover la capacitación de software que permitan evaluar datos en cuencas hidrográficas como Hidroesta,Caldren y Qswat.

Promover la participación articulada entre universidad, empresa privada, gobiernos locales y regional y sociedad civil, para hacer seguimiento datos obtenidos. Asimismo, para brindar talleres de capacitación sobre el tema.

Indagar en sensores, software, teledetección e imágenes satelitales que permitan determinar parámetros de calidad de agua.

Se recomienda tomar los valores de oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos totales disueltos y dureza total a fin de tener un mejor alcance de los parámetros en campo.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

Abollino O, Aceto M, Malandrino M, Mentasti E, Sarzanini C, Barberis R. (2002) *Distribution and mobility of metals in contaminated sites chemometric investigation of pollutant profiles.* Environ Pollut.

Alan Neill, D., & Cortez Suárez, L. (2018). *Procesos y fundamentos de la investigación científica.* Universidad Tecnica de Machala

Arce, S., & Calderón, M. (2018). Suelos contaminados con plomo en la Ciudad de La Oroya Junín y su impacto en las aguas del Río Mantaro. *Revista Del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, *Volumen (20)*, 48–55.

Autoridad Local de Agua. (2014). Quinto Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca Moquegua - Ilo.

Autoridad Nacional del Agua. (2010). Resolución Jefatural N°202-2010-ANA. Aprobar la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino - costeros.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (pp. 575300–575301).

Autoridad Nacional del Agua. (2017). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA - PE).

ATSDR Agency for toxic substances and disease registry. Resúmenes de Salud Pública - Manganeso (Manganese), (2016) https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs151.html#modalIdString_CDCTable_4

Ayers R.S. y Westcot D.W. (1989). *La calidad del agua y su uso en la agricultura. Estudio. FAO Riego y Drenaje Rev. 1. Trad. Al español por J.F. Alfaro (Water Quality and use in agriculture).* FAO, Roma, Italia. 174 pp.

Balza, E., Zapata, M., Jimenez, M., Manganiello, L., Vega, C., Cova, R., & Moreno, J. (2019). Evaluación de la calidad y el caudal de aguas de una subcuenca hidrográfica ubicada en un parque nacional. *Ingeniería Uc*, *Volumen (26),* 105–118.

Bargiela, M., & Iorio, A. (2010). *Variación de las formas metálicas solubles de sedimentos del cauce de la zona periurbana y rural de la cuenca matanza riachuelo en contacto con aguas de distinto grado de contaminación orgánica*. Universidad de Buenos Aires.

Brady N.C. y Weil R.R. (2002). The nature and properties of soils. *13ava ed. Prentice Hall. Nueva Jersey, EUA*. 960 pp.

Colin, B. (2001). *Química Ambiental* (Reverté (ed.); Segunda).

Correa Cuba, Odilon, Fuentes Bernedo, Frida Esmeralda, & Coral Surco, Rosa Gabriela. (2021). *Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray - Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(1), 26-38. https://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.320

Congreso de la República del Perú. (2009). *Ley de Recursos Hídricos. Diario Oficial El Peruano* (Ley N°29338; pp. 393473–393486).

DIGESA. (2011). *Parámetros Organolépticos*. Gesta Agua: Grupo Técnico de Gestión Ambiental.

Coughlin J.R. (1998). *Inorganic borates: Chemistry, human exposure, and health and regulatory guidelines.* J. Trace Elem. Experim. Med. 9, 137–151.

Dyer S.D. y Caprara R.J. (2009). *A method for evaluating consumer product ingredient contributions to surface and drinking water: Boron as a test case*. Environ. Tox. Chem. 16, 2070–2081.

Elefteriou P. (2001). *Boron in groundwater of the island of Cyprus.*

http://www.hydroweb.com/jehabs/eleftabs. 12/11/2007

Enamorado-Montes, G.; TiradoMontoya, J.; Marrugo-Negrete, J. (2022). *Metales pesados (Hg, As, Cd, Zn, Pb, Cu, Mn) en un trayecto del río Cauca impactado por la minería de oro*. Revista EIA, 19(37), Reia37005. pp. 1-17. https://doi.org/10.24050/reia. v19i37.1481

Jimenez et al., (2010)

Garcia,B. (2019). *Contaminación del agua por metales pesados As, B, Cu, Pb, Cd y Cn en las cuencas de los ríos Tambo, Quilca, Camaná Y Ocoña de la región Arequipa*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Agustin] Repositorio institucional: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10764

García, I. and Dorronsoro, C. (2005). *Contaminación por Metales Pesados*. En Tecnología de Suelos. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. http://edafologia.ugr.es.

Gonzales, F, Zevallos, A, Gonzales-Castañeda, C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., Naeher, L., Levy, K., & Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública,* 31(3), 547-556. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000300021&lng=es&tlng=es.

Gomez-Duarte, O. (2018) Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *Revista de Facultad de Medicina, Volumen (66)*, pp.7-8. https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775.

Hernandez Sampieri, R. (2006). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana. Cuarta edición.

Hettiarachchi, G., Pierzynski, G., & Ransom, M. (2000). In situ stabilization of soil lead using phosphorus and manganese oxide. *Environmental Science and Technology*, *Volumen* (34), 4614–4619. https://doi.org/10.1021/es001228p

Hepp, L.U., Pratas, J.A.M.S. & Graça, M.A.S. (2017). Through food webs nor biodispersed to land. *Ecotoxicology and Environmental Safety*; 139, 132-138. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.01.035

Laino, R., Bello, R., González, M., Jiménez, F., & Musálem, K. (2015). *Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México - Guatemala*. Tecnología y Ciencias del agua, VI, 61–74.

Loarte, A. y Sanabria, V. (2015). *Efecto del pH y tipo de adsorbente en la remoción de manganeso de aguas superficiales contaminadas por relaves mineros*. [Tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú]. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1013/Loarte%20vargas%20 Arnold%20David%20%20%2B.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Londoño, L.; Londoño, P., & Muñoz Garcia, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, *Volumen (14)*, 145. https://doi.org/10.18684/bsaa(14)145-153

Lucho, C.A., Prieto, F., Del Razo, L.M., Rodríguez, R. and Poggi, H. (2005b). Chemical fractionation of boron and heavy metals in soils irrigated with wastewater in central Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *Volumen (108)*, 57–71.

Luna, K. (2019) *Determinación del índice de calidad de agua del río Asana de la Cuenca Asana – Osmore - Ilo, del distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua*. [Tesis, Universidad Nacional de San Agustín] http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11043/IAlucokd.pdf ?sequence=3&isAllowed=y

Marín, R. (2018). Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad de aguas. *Revista Díaz de Santos. Volumen (2*), 27. https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788490522103.pdf

Ministerio de Agricultura. (2010). Decreto Supremo N°001-2010-AG. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley No 29338.

Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Moreno, D., Quiroga, I., Helber, E., & Stanislav, M. (2016). El estrés por boro afecta la fotosíntesis y el metabolismo de pigmentos en plantas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Volumen (10),* 137–148. http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4189

Morán, K. (2021) *Comportamiento de la concentración de metales pesados y su influencia en la calidad del agua, parte baja del rio Chili de Arequipa.* [Tesis, Universidad Nacional de San Agustín] http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12540/UPmomekl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Morell I., Pulido–Bosch A., Daniele L. y Cruz J.V. (2008). *Chemical and isotopic assessment in volcanic thermal waters: cases of Ischia (Italy) and Sâo Miguel* (Azores, Portugal) http://www3.interscience.wiley.com/journal/118720600/ 12/05/2010

Panebianco, M. (2011). *Análisis de los niveles de metales pesados (Pb, Cu, Cr, Zn, Ni y Cd) y aspectos reproductivos del delfín franciscana (Pontoporia blainvillei)*. [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires]. 191pp

Petrus R. & Warchol J. (2003). *Ion exchange equilibria between clinoptilolite and aqueous solutions of Na+/ Cu2+, Na+/Cd2+ and Na+/Pb2+*. Micropor. Mesopor. Mat. 61, 137-146.

Pineda, R. (2004). *Presencia de Hongos Micorrízicos Arbusculares y Contribución de Glomus Intraradices en la Absorción y Translocación de Cinc y Cobre*

en Girasol (Helianthus Annuus L.) crecido en un Suelo Contaminado con residuos de Mina. [Tesis doctoral, Universidad de Colima].

Pinto.E (2018). *Evaluación de los metales pesados en los ríos Vizcachas y Chilota distrito de Chojota, Provincia General Sanchez Cerro, región de Moquegua.* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Agustín] http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8686/AMpimoem.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quispe, R., Belizario, G., Chui, H., Huaquisto, S., Calatayud, A., & Yábar, P. (2019). Concentración de metales pesados: Cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Revista Boliviana de Química*, *Volumen (36)*, 83–90. https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.2.3

Ramirez, R., & Vargas, H. (2017). *Cuantificación de metales pesados Pb, Cr y Cd en agua superficial, sedimento y ananas comosus (Piña) en el curso de agua de la zona de influencia del relave en Samne - Otuzco.* [Tesis de título, Universidad Nacional de Trujillo].

Salas-Mercado, Dante, Hermoza-Gutiérrez, Marián, & Salas-Ávila, Dante. (2020). Distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Química, Volumen (37)*, 185-193. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602020000400001&lng=es&tlng=es.

Seiler R.L. (2007). *Synthesis of data from studies by the National Irrigation Water–Quality Program. J. Am.* Water Res. Assoc. 32, 1233–1245.

Suay, L., y Ballester, F. (2002). Revisión de los estudios sobre exposición al aluminio y enfermedad de Alzheimer. *Revista Española de Salud Pública, Volumen. (76)*, Issue 6, pp. 645–658 https://doi.org/10.1590/S1135-57272002000600002

Quispe, R.; Belizario, G.; Chui, H.; Huaquisto, S.; Calatayud, A. & Yábar, P. (2019). Concentración de metales pesados: cromo, cadmio y plomo en los

sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Revista Boliviana de Química, Volumen 36*, 83-90. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602019000200003&lng=es&tlng=es.

Salgado, B.M., Ortiz, P.M.D., Calderón, A.E., Estrada, C.L., Niño, M.P., González, A.R. & Portales, P.D. (2010). Science of the Total Environment Pattern of expression of apoptosis and in fl ammatory genes in humans exposed to arsenic and / or fluoride. *Science of the Total Environment, Volumen 408*, 760-767. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.11.016

Teves, B. (2016). *Estudio fisioquímico de la calidad del agua del río Cacra, región Lima.* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6797

Trgo M., Peric J. y Vukojevic-Medvidovic N. (2006). *Investigations of different kinetic models for zinc by a natural zeolitic tuff.* J. Environ. Manage. 79, 298-304.

Vega Barrientos,C. (2021). *Evaluación de la calidad del agua y sedimento de la subcuenca del río Birrís, en cuanto a su contenido de metales pesados*. [Tesis, Instituto Tecnológico de Costa Rica] https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/13238/TFG_Carlos_Vega_Barrientos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

ANEXO 1. GALERÍA FOTOGRÁFICA

Figura 01

*Medición **d**e Caudal en el Rio Moquegua -Montalvo*



Figura 02

Prueba de pHmetro en Campo.



Figura 03

Medición de pH en rio Tumilaca parte baja.



Figura 04

Medición de Caudal en rio Huaracane



Figura 05

Toma de Muestra en Rio Huaracane



Figura 06

Medición de Caudal en Rio Osmore-Algarrobal



Figura 07

Medición de Caudal en Rio Tumilaca



Figura 08

Medición de Caudal en Rio Tumilaca



ANEXO II: GLOSARIO DE TÉRMINOS

MINAM: Ministerio del Ambiente.

SEHINAV: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia

OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

MINSA: Ministerio de Salud

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental.

Límite Máximo Permisible (LMP): Medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físico, químicos y biológicos que caracterizan un efluente.

Estándar de Calidad Ambiental. (ECA): Nivel máximo de elementos o sustancias o parámetros físicos, químicos biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales.

Calibración: Comparación de la lectura generada por un patrón estándar conocido con el objetivo de realizar los ajustes que eliminen desviaciones instrumentales.

Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos: Proceso que permite obtener la medición de la calidad de los cuerpos naturales con el objetivo de realizar seguimiento y control de la exposición a contaminantes y su afectación a los diferentes usos de agua y ecosistemas acuáticos.

Muestra de Agua: Parte de la representatividad del material a estudiar.

Refrigerante: Cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia

Punto de Monitoreo: Ubicación geográficamente en una zona específica de un cuerpo de agua donde se realiza la toma de muestras de parámetros para la determinación de la calidad de agua.

Preservación de muestra: Procedimiento usado para estabilizar una muestra de forma tal que las propiedades bajo prueba se mantengan estables desde el muestreo hasta la preparación para el análisis.

ANEXOS 2

RESULTADO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Calle ANCASH 1RA CUADRA Nro. S/N Mariscal Nieto Moquegua Moquegua

Análisis de los niveles de Metales Pesados en la Cuenca

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 05/04/2021

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						**110713/2021-1.0**
Fecha de Muestreo						**27/02/2021**
Hora de Muestreo						**11:58:00**
Tipo de Muestra						**Agua de Río**
Identificación						**RTUM-A**
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	0,736
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0024
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	0,225
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0247
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	22,68
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0037
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	0,235
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	2,71
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0175
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	4,216
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0283
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0020
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	15,56
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	< 0,05
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	17,30
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0005
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,1644
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0050
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0027
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	0,014

Nº ALS LS						**110714/2021-1.0**
Fecha de Muestreo						**27/02/2021**
Hora de Muestreo						**13:30:00**
Tipo de Muestra						**Agua de Río**
Identificación						**RTUM-B**
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	0,465
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0033

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

Nº ALS LS						110714/2021-1.0
Fecha de Muestreo						27/02/2021
Hora de Muestreo						13:30:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RTUM-B
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	0,238
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0398
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	32,86
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0045
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	0,179
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	3,09
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0184
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	5,220
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0230
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0025
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	19,76
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,07
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0012
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	18,50
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0006
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,2258
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0045
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0034
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Nº ALS LS						110715/2021-1.0
Fecha de Muestreo						27/02/2021
Hora de Muestreo						10:01:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RTOR
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	1,715
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0074
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	0,214
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0516
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	36,72
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

Nº ALS LS						110715/2021-1.0
Fecha de Muestreo						27/02/2021
Hora de Muestreo						10:01:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RTOR
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0071
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	1,143
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	3,32
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0200
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	5,614
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0532
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	23,42
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,12
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0015
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	22,50
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0004
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,3417
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0593
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0020
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0076
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Nº ALS LS						110717/2021-1.0
Fecha de Muestreo						27/02/2021
Hora de Muestreo						11:04:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RYAC
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	0,064
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0116
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	0,378
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0845
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	77,31
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0038
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	0,070
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	4,11
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0308
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	7,584
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0252
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0012

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

Nº ALS LS						110717/2021-1.0
Fecha de Muestreo						27/02/2021
Hora de Muestreo						11:04:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RYAC
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	50,60
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,10
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	25,00
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0004
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,6557
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0026
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0033
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0076
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	0,012

Nº ALS LS						110720/2021-1.0
Fecha de Muestreo						27/02/2021
Hora de Muestreo						14:07:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RHUA
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	4,701
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0144
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	0,667
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,1055
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	31,76
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	0,00046
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0037
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0087
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	2,866
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	7,30
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,1371
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	7,507
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,3958
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	33,42
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0045
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,18
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0028
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	24,70
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0004

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

Nº ALS LS						110720/2021-1.0
Fecha de Muestreo						27/02/2021
Hora de Muestreo						14:07:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RHUA
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,2979
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,1152
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0087
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	0,047

Nº ALS LS						110722/2021-1.0
Fecha de Muestreo						28/02/2021
Hora de Muestreo						11:31:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						ROSM A
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	0,101
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0107
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	1,372
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0695
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	155,1
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0029
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	0,199
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	9,43
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0836
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	25,65
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0585
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0051
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	170,3
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,09
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0018
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	17,40
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	1,138
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0039
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0067
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0057
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

Nº ALS LS						110723/2021-1.0
Fecha de Muestreo						28/02/2021
Hora de Muestreo						12:20:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						ROSM B
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	0,162
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0109
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	1,489
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0733
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	166,1
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0037
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	0,255
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	10,26
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0852
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	27,87
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0829
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0055
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	188,4
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,09
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0027
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	18,00
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0005
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	1,296
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0065
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0063
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0053
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Nº ALS LS						110725/2021-1.0
Fecha de Muestreo						28/02/2021
Hora de Muestreo						10:10:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RMOQ A
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	0,102
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0036
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	0,450
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0625
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

Nº ALS LS						110725/2021-1.0
Fecha de Muestreo						28/02/2021
Hora de Muestreo						10:10:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RMOQ A
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	58,50
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0032
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	0,070
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	4,07
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0291
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	8,379
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0167
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0026
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	31,95
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,07
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	20,40
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0004
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,3799
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0035
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0016
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0044
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Nº ALS LS						110727/2021-1.0
Fecha de Muestreo						28/02/2021
Hora de Muestreo						09:05:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RMOQ M
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,011	0,362
Arsénico (As)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0088
Boro (B)	20237	08/03/2021	mg/L	0,003	0,012	0,838
Bario (Ba)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0835
Berilio (Be)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,25	88,01
Cadmio (Cd)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Cromo (Cr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0028
Hierro (Fe)	20237	08/03/2021	mg/L	0,016	0,048	0,234
Mercurio (Hg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	08/03/2021	mg/L	0,02	0,05	5,84

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

Nº ALS LS						110727/2021-1.0
Fecha de Muestreo						28/02/2021
Hora de Muestreo						09:05:00
Tipo de Muestra						Agua de Río
Identificación						RMOQ M
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Litio (Li)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0934
Magnesio (Mg)	20237	08/03/2021	mg/L	0,002	0,012	10,80
Manganeso (Mn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0983
Molibdeno (Mo)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0023
Sodio (Na)	20237	08/03/2021	mg/L	0,01	0,02	66,69
Níquel (Ni)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	08/03/2021	mg/L	0,05	0,13	0,08
Plomo (Pb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0013
Silicio (Si)	20237	08/03/2021	mg/L	0,10	0,39	22,30
Estaño (Sn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	08/03/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,6616
Titanio (Ti)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0107
Talio (Tl)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0035
Vanadio (V)	20237	08/03/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0069
Zinc (Zn)	20237	08/03/2021	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RTUM-A	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	27/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTUM-B	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	27/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTOR	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	27/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RYAC	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	27/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RHUA	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	27/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
ROSM A	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	28/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
ROSM B	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	28/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMOQ A	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	28/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMOQ M	Cliente	Agua de Río	05/03/2021	28/02/2021	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 11686/2021

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 11686/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RTUM-A	110713/2021-1.0	uqmpsrs&1317011
RTUM-B	110714/2021-1.0	lrmpsrs&1417011
RTOR	110715/2021-1.0	mrmpsrs&1517011
RYAC	110717/2021-1.0	nrmpsrs&1717011
RHUA	110720/2021-1.0	ormpsrs&1027011
ROSM A	110722/2021-1.0	prmpsrs&1227011

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
ROSM B	110723/2021-1.0	qrmpsrs&1327011
RMOQ A	110725/2021-1.0	srmpsrs&1527011
RMOQ M	110727/2021-1.0	trmpsrs&1727011

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"**ASTM**": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Calle ANCASH 1RA CUADRA Nro. S/N Mariscal Nieto Moquegua Moquegua

Ensayos en Agua Superficial

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 18/09/2020

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						**357616/2020-1.0**
Fecha de Muestreo						**28/08/2020**
Hora de Muestreo						**08:48:00**
Tipo de Muestra						**Aguas Superficiales**
Identificación						**ROSM-B**
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,048
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0102
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	2,280
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0860
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	292,4
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0011
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0032
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,150
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	14,27
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0649
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	42,79
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,1741
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0078
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	293,5
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,13
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0014
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	20,40
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0008
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	2,023
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0016
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0049
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0029
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,019

Nº ALS LS						**357617/2020-1.0**
Fecha de Muestreo						**28/08/2020**
Hora de Muestreo						**10:02:00**
Tipo de Muestra						**Aguas Superficiales**
Identificación						**ROSM-A**
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	< 0,003
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0086
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	2,220
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0959
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	248,0
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

Nº ALS LS						357617/2020-1.0
Fecha de Muestreo						28/08/2020
Hora de Muestreo						10:02:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						ROSM-A
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0012
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0021
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,042
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	12,75
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0797
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	38,58
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0198
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0072
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	268,5
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,09
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0016
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	18,10
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0005
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	2,096
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	< 0,0005
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0054
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0025
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Nº ALS LS						357618/2020-1.0
Fecha de Muestreo						28/08/2020
Hora de Muestreo						13:24:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RMOQ-A
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,099
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0072
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,822
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0834
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	95,74
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0009
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0043
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,053
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	6,61
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0795
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	12,47
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0133
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0024
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	62,16
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,17
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

Nº ALS LS						357618/2020-1.0
Fecha de Muestreo						28/08/2020
Hora de Muestreo						13:24:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RMOQ-A
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	26,60
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0005
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,6359
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0030
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0033
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0065
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Nº ALS LS						357619/2020-1.0
Fecha de Muestreo						29/08/2020
Hora de Muestreo						13:21:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RTOR
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,828
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0101
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,319
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0533
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	50,33
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0012
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0081
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,685
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	5,02
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0277
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	7,644
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0549
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	34,00
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,26
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0014
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	26,00
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0003
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,4349
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0226
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0028
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0080
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,013

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

Nº ALS LS						357620/2020-1.0
Fecha de Muestreo						01/09/2020
Hora de Muestreo						08:42:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RMOQ-M
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,290
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0112
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	1,298
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,1000
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	129,5
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0028
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,177
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	6,92
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,1204
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	14,35
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0843
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0023
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	99,07
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,17
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0019
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	26,90
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,9849
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0096
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0042
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0090
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,014

Nº ALS LS						357621/2020-1.0
Fecha de Muestreo						01/09/2020
Hora de Muestreo						10:00:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RHUA
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,855
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0118
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,969
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0712
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	56,22
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0025
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,294

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

Nº ALS LS						357621/2020-1.0
Fecha de Muestreo						01/09/2020
Hora de Muestreo						10:00:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RHUA
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	7,23
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,1520
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	9,278
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0977
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	48,31
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0020
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,12
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	22,00
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,4543
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0168
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0039
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,030

Nº ALS LS						357622/2020-1.0
Fecha de Muestreo						29/08/2020
Hora de Muestreo						11:28:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RYAC
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,964
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0149
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,515
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,1010
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	90,58
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0010
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0063
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,656
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	5,69
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0427
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	9,569
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0747
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	55,47
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,26
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0013
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	32,60
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

Nº ALS LS						357622/2020-1.0
Fecha de Muestreo						29/08/2020
Hora de Muestreo						11:28:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RYAC
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,7968
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0352
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0033
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0102
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,013

Nº ALS LS						357624/2020-1.0
Fecha de Muestreo						29/08/2020
Hora de Muestreo						14:46:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RTUM-B
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,885
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0043
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,363
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0520
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	50,21
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0143
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0043
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,415
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	4,12
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0367
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	6,767
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0471
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0022
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	29,61
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0009
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,14
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0010
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	23,20
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,3270
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0054
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0045
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,027

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

Nº ALS LS						357628/2020-1.0
Fecha de Muestreo						29/08/2020
Hora de Muestreo						09:37:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RTUM-A
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	1,720
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0040
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,352
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0355
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	34,32
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0012
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0036
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,554
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	3,54
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0341
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	5,409
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0515
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0014
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	25,47
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,24
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	24,10
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,2436
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0050
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0044
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008

Nº ALS LS						357629/2020-1.0
Fecha de Muestreo						01/09/2020
Hora de Muestreo						12:14:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RMOQ-B
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,083
Arsénico (As)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0077
Boro (B)	20237	15/09/2020	mg/L	0,003	0,012	1,746
Bario (Ba)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0943
Berilio (Be)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,25	210,1
Cadmio (Cd)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0036
Hierro (Fe)	20237	15/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,073

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

Nº ALS LS						357629/2020-1.0
Fecha de Muestreo						01/09/2020
Hora de Muestreo						12:14:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						RMOQ-B
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
Mercurio (Hg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	15/09/2020	mg/L	0,02	0,05	15,02
Litio (Li)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,1096
Magnesio (Mg)	20237	15/09/2020	mg/L	0,002	0,012	25,50
Manganeso (Mn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0820
Molibdeno (Mo)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0027
Sodio (Na)	20237	15/09/2020	mg/L	0,01	0,02	197,9
Níquel (Ni)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Fósforo (P)	20237	15/09/2020	mg/L	0,05	0,13	2,58
Plomo (Pb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Antimonio (Sb)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0058
Silicio (Si)	20237	15/09/2020	mg/L	0,10	0,39	26,00
Estaño (Sn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	15/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	1,475
Titanio (Ti)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0019
Talio (Tl)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0090
Vanadio (V)	20237	15/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0087
Zinc (Zn)	20237	15/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,011

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
ROSM-B	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	28/08/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
ROSM-A	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	28/08/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMOQ-A	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	28/08/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTOR	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	29/08/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMOQ-M	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	01/09/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RHUA	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	01/09/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RYAC	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	29/08/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTUM-B	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	29/08/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTUM-A	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	29/08/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMOQ-B	Cliente	Aguas Superficiales	04/09/2020	01/09/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

INFORME DE ENSAYO: 42880/2020

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 42880/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
ROSM-B	357616/2020-1.0	munpuls&3616753
ROSM-A	357617/2020-1.0	nunpuls&3716753
RMOQ-A	357618/2020-1.0	ounpuls&3816753
RTOR	357619/2020-1.0	punpuls&3916753
RMOQ-M	357620/2020-1.0	qunpuls&3026753

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RHUA	357621/2020-1.0	runpuls&3126753
RYAC	357622/2020-1.0	sunpuls&3226753
RTUM-B	357624/2020-1.0	tunpuls&3426753
RTUM-A	357628/2020-1.0	uunpuls&3826753
RMOQ-B	357629/2020-1.0	llopuls&3926753

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"**ASTM**": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Calle ANCASH 1RA CUADRA Nro. S/N Mariscal Nieto Moquegua Moquegua

Evaluación de metales pesados en la cuenca del Rio Osmore

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 11/12/2020

Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						532547/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						27/11/2020	
Hora de Muestreo						12:22:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						ROSM-B	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	0,033	1,3E-2
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0097	8,6E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	1,689	9,2E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0698	4,8E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	214,6	8,5E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0033	1,3E-3
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0035	1,1E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,138	5,2E-2
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	11,95	9,4E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0828	9,7E-3
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	32,49	2,5E+0
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0464	3,9E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0075	1,4E-3
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	232,5	1,0E+1
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0015	4,4E-4
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,08	NE
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	4,0E-4
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	4,0E-4
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	16,40	9,8E-1
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	1,704	1,0E-1
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0021	1,4E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0067	7,4E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0044	5,6E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008	NE

Nº ALS LS						532548/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						27/11/2020	
Hora de Muestreo						11:31:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						ROSM-A	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	0,027	1,2E-2
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0111	9,0E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	1,655	9,0E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0749	5,1E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	248,8	9,7E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Nº ALS LS						532548/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						27/11/2020	
Hora de Muestreo						11:31:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						ROSM-A	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0035	1,4E-3
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0022	1,0E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,129	5,1E-2
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	12,43	9,7E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,1024	1,2E-2
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	35,42	2,7E+0
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0567	4,5E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0080	1,5E-3
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	245,6	1,1E+1
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0016	4,5E-4
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,07	NE
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	4,0E-4
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0015	1,4E-3
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	17,20	1,0E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	1,902	1,1E-1
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0019	1,4E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0082	8,2E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0043	5,6E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008	NE

Nº ALS LS						532549/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						11:53:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RTUM-B	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	8,530	5,8E-1
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0110	9,0E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	0,315	2,3E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,1176	7,4E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	4,0E-4
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	54,23	2,8E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0037	5,3E-4
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0020	1,3E-3
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0437	3,8E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	7,138	4,6E-1
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	5,34	4,8E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0270	3,7E-3
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	9,138	7,8E-1
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,3840	2,3E-2
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0036	8,6E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	32,30	1,9E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0033	5,2E-4
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,28	1,3E-1
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0093	7,6E-4

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Nº ALS LS						532549/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						11:53:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RTUM-B	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	4,2E-4
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	32,80	1,9E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,3442	2,4E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,3084	1,9E-2
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0020	4,9E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0190	1,2E-3
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	0,051	2,0E-2

Nº ALS LS						532550/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						08:50:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RTUM-A	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	1,470	1,3E-1
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0029	6,7E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	0,224	1,9E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0270	2,5E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	27,46	1,5E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007	NE
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0040	1,2E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,355	6,1E-2
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	2,90	3,1E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0208	3,1E-3
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	4,318	3,8E-1
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0467	3,9E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0020	6,3E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	21,57	1,3E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,07	NE
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006	4,1E-4
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	19,00	1,1E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,1898	1,3E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0093	2,4E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008	4,2E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0041	5,5E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008	NE

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Nº ALS LS						532551/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						10:30:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RTOR	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	0,150	2,2E-2
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0146	1,0E-3
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	0,313	2,3E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0616	4,3E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	68,09	3,3E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007	NE
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0026	1,0E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,195	5,4E-2
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	3,84	3,8E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0384	5,0E-3
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	8,320	7,2E-1
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0161	2,0E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0014	5,4E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	47,11	2,8E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,12	NE
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006	4,1E-4
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	23,10	1,4E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,6202	4,2E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0066	2,0E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0050	6,5E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0096	7,8E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008	NE

Nº ALS LS						532552/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						09:45:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RYAC	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	0,187	2,5E-2
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0135	9,7E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	0,426	2,7E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0905	5,9E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	88,43	4,2E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007	NE
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0029	1,1E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,125	5,1E-2

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Nº ALS LS						532552/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						09:45:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RYAC	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	4,37	4,2E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0354	4,7E-3
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	8,464	7,3E-1
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0416	3,6E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0014	5,4E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	63,71	3,7E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,13	1,3E-1
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	25,90	1,5E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,7148	4,8E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0072	2,1E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0038	5,8E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0093	7,6E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008	NE

Nº ALS LS						532553/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						14:30:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RMOQ-B	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	0,157	2,3E-2
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0087	8,3E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	1,308	7,2E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0873	5,8E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	161,4	6,6E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007	NE
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0031	1,1E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,139	5,2E-2
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	11,08	8,8E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,1417	1,6E-2
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	20,27	1,7E+0
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0716	5,4E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0033	8,2E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	156,0	8,0E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005	4,0E-4
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,88	1,4E-1
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	4,1E-4
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	4,0E-4
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0041	1,6E-3
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	20,10	1,2E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Nº ALS LS						532553/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						28/11/2020	
Hora de Muestreo						14:30:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RMOQ-B	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	1,203	7,8E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0050	1,8E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0064	7,3E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0089	7,5E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008	NE

Nº ALS LS						532554/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						30/11/2020	
Hora de Muestreo						09:02:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						R-MOQ-A	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	0,535	5,3E-2
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0058	7,5E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	0,597	3,5E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0705	4,8E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	65,40	3,2E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005	4,0E-4
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007	NE
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0040	1,2E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,335	6,0E-2
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	5,54	5,0E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0913	1,1E-2
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	9,507	8,1E-1
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0390	3,4E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0025	7,0E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	46,21	2,7E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008	4,2E-4
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,09	NE
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006	4,1E-4
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	19,60	1,2E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,4127	2,8E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0150	3,0E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0020	4,9E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0052	6,0E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	0,011	NE

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Nº ALS LS						532555/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						30/11/2020	
Hora de Muestreo						08:15:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RMOQ-M	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	0,282	3,3E-2
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0096	8,6E-4
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	1,045	5,8E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0908	5,9E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	110,0	5,0E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010	NE
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	4,0E-4
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007	NE
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0026	1,0E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	0,133	5,1E-2
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	8,50	7,0E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,1403	1,6E-2
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	13,69	1,1E+0
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0809	6,0E-3
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0029	7,6E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	89,58	5,0E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013	4,4E-4
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,10	NE
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	4,0E-4
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	20,50	1,2E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,7874	5,3E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0063	2,0E-3
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0035	5,7E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0077	7,0E-4
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	< 0,008	NE

Nº ALS LS						532556/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						30/11/2020	
Hora de Muestreo						11:40:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RHUA	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS							
Plata (Ag)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008	NE
Aluminio (Al)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,011	8,513	5,8E-1
Arsénico (As)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0255	1,5E-3
Boro (B)	20237	07/12/2020	mg/L	0,003	0,012	1,128	6,3E-2
Bario (Ba)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,1503	9,2E-3
Berilio (Be)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008	4,5E-4
Bismuto (Bi)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Calcio (Ca)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,25	56,03	2,8E+0
Cadmio (Cd)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,00167	3,3E-4
Cobalto (Co)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0086	7,3E-4
Cromo (Cr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007	NE
Cobre (Cu)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0164	2,2E-3
Hierro (Fe)	20237	07/12/2020	mg/L	0,016	0,048	4,939	3,2E-1

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Nº ALS LS						532556/2020-1.0	
Fecha de Muestreo						30/11/2020	
Hora de Muestreo						11:40:00	
Tipo de Muestra						Agua de Río	
Identificación						RHUA	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Mercurio (Hg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005	NE
Potasio (K)	20237	07/12/2020	mg/L	0,02	0,05	11,37	9,0E-1
Litio (Li)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,2662	2,8E-2
Magnesio (Mg)	20237	07/12/2020	mg/L	0,002	0,012	11,32	9,6E-1
Manganeso (Mn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,8063	4,4E-2
Molibdeno (Mo)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0009	4,7E-4
Sodio (Na)	20237	07/12/2020	mg/L	0,01	0,02	59,05	3,4E+0
Níquel (Ni)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0144	9,7E-4
Fósforo (P)	20237	07/12/2020	mg/L	0,05	0,13	0,36	1,3E-1
Plomo (Pb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0059	6,3E-4
Antimonio (Sb)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005	4,1E-4
Selenio (Se)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006	NE
Silicio (Si)	20237	07/12/2020	mg/L	0,10	0,39	28,40	1,7E+0
Estaño (Sn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Estroncio (Sr)	20237	07/12/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,4633	3,2E-2
Titanio (Ti)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,2182	1,4E-2
Talio (Tl)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Uranio (U)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0017	4,7E-4
Vanadio (V)	20237	07/12/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0151	1,0E-3
Zinc (Zn)	20237	07/12/2020	mg/L	0,008	0,020	0,179	2,1E-2

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- En relación a la estimación de incertidumbre
    - +/-: Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
    - Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
    - El valor de estimación de la Incertidumbre indicado en las muestras del presente informe, corresponden solo a la etapa del análisis.
    - Si el valor de incertidumbre es expresado como:
        - NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación/mayores al rango máximo de trabajo, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
ROSM-B	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	27/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
ROSM-A	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	27/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTUM-B	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	28/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTUM-A	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	28/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RTOR	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	28/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RYAC	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	28/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMOQ-B	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	28/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

INFORME DE ENSAYO: 62217/2020

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
R-MOQ-A	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	30/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMOQ-M	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	30/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RHUA	Cliente	Agua de Río	05/12/2020	30/11/2020	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 62217/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
ROSM-B	532547/2020-1.0	ssnlqos&5745235
ROSM-A	532548/2020-1.0	tsnlqos&5845235
RTUM-B	532549/2020-1.0	usnlqos&5945235
RTUM-A	532550/2020-1.0	ltnlqos&5055235
RTOR	532551/2020-1.0	mtnlqos&5155235

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RYAC	532552/2020-1.0	ntnlqos&5255235
RMOQ-B	532553/2020-1.0	otnlqos&5355235
R-MOQ-A	532554/2020-1.0	ptnlqos&5455235
RMOQ-M	532555/2020-1.0	qtnlqos&5555235
RHUA	532556/2020-1.0	rtnlqos&5655235

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"**ASTM**": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.

ANEXOS 3

PLANO

260000 280000 300000 320000 340000 360000 380000

8140000 8120000 8100000 8080000 8060000 8040000

N W E S

RTOR
RYAC
RTUM-A
RTUM-B
RHUA
RMOQ-A
RMOQ-M
ROSM-B
ROSM-A

LEYENDA

Estacion de Monitoreo

- Estacion

Estacion

- RHUA
- RMOQ-A
- RMOQ-M
- ROSM-A
- ROSM-B
- RTOR
- RTUM-A
- RTUM-B
- RYAC
- Botadero
- Vertimientos
- Rio
- Export_Output_9
- Minas

0 5 10 20 30 40 Kilometros

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Nombre de la Tesis:

"ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B y Mn) EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE DE LA CUENCA DEL RÍO OSMORE, REGIÓN MOQUEGUA 2018"

Plamo:		**N°**
Vertimiento,Botaderos y dlimitacion de la Cuenca del Rio Osmore.		02
Elaborado por:	SISTEMA DE COORDENADAS	**ESCALA**
	PROYECCIÓN: UTM	1/800,00
Bach.Candy Jessenia Maquera Aymer	ZONA: 19 K	**FECHA:**
	COORDENADAS: UTM-84	Julio- 2022

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	:.....Candy Jessenia Maquera Aymer .....
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: .....73877787.....
Correo electrónico	: .....candyaymer@gmail.com.....
Teléfono/Celular	: .....73877787.....

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis **(X)**
b) Trabajo de Investigación **( )**
c) Trabajo de suficiencia profesional **( )**
d) Trabajo académico **( )**

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: "ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE DE LA CUENCA DEL RÍO OSMORE REGIÓN MOQUEGUA 2018"
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : .....2.07.00.....
c) Fecha de publicación : .....2023.....

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : .....Rodolfo Rafael Sanchez Valencia.....
b) DNI/Pasaporte/Cédula : ...29381281.....
c) ORCID : .....0000-0001-8492-9113.....

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : .....73877787.....
NOMBRES Y APELLIDOS : .....Candy Jessenia Maquera Aymer.....

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(_X_) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : .....73877787.....

NOMBRES Y APELLIDOS : .....Candy Jessenia Maquera Aymer.....

FECHA : .....06/02/2023.....

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Candy Jessenia Maquera Aymer , bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº 73877787, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional, denominado: "ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Pb, As, Al, Cu, Cd, Fe, Ni, B, Mn) EN ÉPOCA DE AVENIDA Y ESTIAJE DE LA CUENCA DEL RÍO OSMORE REGIÓN MOQUEGUA 2018"

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.

2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 06 de febrero de 2023



Candy Jessenia Maquera Aymer
73877787

Document Information

Analyzed document	INFORME FINAL DE TESIS 2023 CANDY MAQUERA AYMER.pdf (D164462065)
Submitted	4/19/2023 6:56:00 PM
Submitted by	Rodolfo Rafael Sanchez Valencia
Submitter email	rsanchezv@unam.edu.pe
Similarity	15%
Analysis address	rsanchezv.unampe@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8686/AMpimoem.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 4/19/2023 6:57:00 PM	15
SA	**Universidad Nacional de Moquegua / INFORME FINAL_ERIKA CARI MENDOZA-convertido.docx** Document INFORME FINAL_ERIKA CARI MENDOZA-convertido.docx (D94669664) Submitted by: fzirenav@unam.edu.pe Receiver: fzirenav.unampe@analysis.urkund.com	7
SA	**1A - Llanos Gómez Christian Elias - Título Profesional - 2023.docx** Document 1A - Llanos Gómez Christian Elias - Título Profesional - 2023.docx (D162877060)	8
SA	**MMA2022-ILUG2.T6.docx** Document MMA2022-ILUG2.T6.docx (D135969702)	2
W	URL: http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11043/IAlucokd.pdf?sequence=3&isAllowed=y Fetched: 4/19/2023 6:57:00 PM	10
W	URL: https://portal.unas.edu.pe/sites/default/files/epirnr/PARAMETROS%20FISICOQUIMICOS%20DEL%20AGUA... Fetched: 5/21/2021 6:06:25 AM	6
SA	**Tesis Jorge Florián Zavaleta.docx** Document Tesis Jorge Florián Zavaleta.docx (D132604421)	15
W	URL: https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para... Fetched: 12/10/2019 10:51:29 AM	10
W	URL: https://www.slideshare.net/mariaclaudiamarca/eca2017agua Fetched: 9/11/2021 6:33:54 AM	9
SA	**TESIS - Jason Zambrano Rojas.pdf** Document TESIS - Jason Zambrano Rojas.pdf (D158202530)	3
W	URL: https://docplayer.es/75998409-Instituto-tecnologico-de-costa-rica-carrerra-de-ingenieria-ambie... Fetched: 3/16/2023 3:37:49 PM	1
SA	**Universidad Nacional de Moquegua / plan de tesis NORKA LISETT GOMEZ PACCO.pdf** Document plan de tesis NORKA LISETT GOMEZ PACCO.pdf (D131329846) Submitted by: jramost@unam.edu.pe Receiver: jramost.unampe@analysis.urkund.com	6