



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y**  
**METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA ZONA DE**  
**CONFLUENCIA DE LOS RIOS TOROCOCHA Y COATA**  
**CARACOTO-SAN ROMAN- PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. FLAVIO JULIAN COILA YANA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO GEÓLOGO**

**PUNO - PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

A Dios quien fue mi guía y fortaleza que con su amor a estado a lo largo del transcurso de la realización profesional de mi vida.

Agradezco a mis padres Faustino Coila y Rosa Yana, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo permitieron cumplir hoy uno de mis sueños. A mis hermanas(os) Santiago, Gualberto, María, y Norma, agradecer por su apoyo.

Agradecer a mi esposa Yeny, a ella en especial dedicar esta tesis, por su apoyo, paciencia, por su empeño, por su amor. Para mi hija Briguitt Brianna su llegada me incentivo cumplir con más fuerza este sueño. Por ser la fuente inagotable en mi quehacer cotidiano.

Y por último agradecer a las personas que fueron parte de este sueño. Por la motivación, por brindarme la mano cuando lo necesite para ustedes mi sincero agradecimiento.



## AGRADECIMIENTOS

- Agradezco en primer lugar a Dios por bendecirme, y estar en el transcurso de la realización de mi sueño anhelado.
- A la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO por darme la oportunidad de formarme y ser profesional.
- A mi director de tesis, Dr. Andrés Olivera Chura por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarme como persona e investigador. Por su esfuerzo y dedicación, quién, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación, ha logrado que pueda terminar este proyecto con éxito.
- Mi agradecimiento a los jurados. Dr. Victoriano Rolando Apaza Campos, Dr. Leonel Palomino Ascencio, Dr. Jaime Cesar Rodrigo Martínez. Por sus sugerencias y correcciones en el presente trabajo de investigación.
- Muchas gracias y que Dios los bendiga.



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 13**

**ABSTRACT..... 14**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 17**

**1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACION..... 17**

1.2.1. Problema general..... 17

1.2.2. Problemas específicos ..... 17

**1.3. ANTECEDENTES ..... 18**

**1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO ..... 23**

**1.5. HIPÓTESIS ..... 23**

1.5.1. Hipótesis general..... 23

1.5.2. Hipótesis específicas ..... 24

**1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION..... 24**

1.6.1. Objetivo General ..... 24

1.6.2. Objetivos Específicos..... 24

**1.7. ALCANCE DE LA INVESTIGACION..... 24**





2.3.3. Contaminación del aire .....	36
2.3.4. Contaminación radioactiva .....	36
<b>2.4. GESTION AMBIENTAL.....</b>	<b>37</b>
<b>2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA .....</b>	<b>37</b>
2.5.1. Estándar de calidad ambiental y límites máximos permisibles.....	37
<b>2.6. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS .....</b>	<b>38</b>
2.6.1. pH.....	38
2.6.2. Conductividad .....	38
2.6.3. Solidos suspendidos totales.....	38
2.6.4. Dureza total .....	38
<b>2.7. PARÁMETROS ORGÁNICOS.....</b>	<b>39</b>
2.7.1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	39
2.7.2. Demanda química de oxígeno (DQO) .....	39
2.7.3. Oxígeno disuelto (OD).....	40
<b>2.8. METALES PESADOS.....</b>	<b>40</b>
2.8.1. Mercurio.....	40
2.8.2. Plomo .....	41
2.8.3. Cromo.....	41
2.8.4. Cobre.....	41
<b>2.9. RESIDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>42</b>
2.9.1. Ley general de residuos sólidos .....	42
2.9.2. Identificación de contaminación de residuos sólidos.....	42
2.9.3. Selección de tipos de residuos sólidos del ámbito .....	42
2.9.4. Residuos sólidos del ámbito no municipal.....	43
2.9.5. Residuos sólidos municipales en la ciudad de Juliaca .....	43



<b>2.10. MARCO LEGAL .....</b>	<b>45</b>
--------------------------------	-----------

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3. CARACTERÍSTICAS DE ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>48</b>
3.2.1. Variables e indicadores .....	48
<b>3.3. MATERIALES .....</b>	<b>49</b>
3.3.1. Equipos y materiales para el procesamiento .....	49
3.3.2. Información cartográfica.....	49
3.3.3. Generación de información topográfica.....	50
3.3.4. Información meteorológica .....	50
<b>3.4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>50</b>
3.4.1. Recopilación y análisis de información existente .....	50
3.4.2. Determinación de los puntos de muestreo .....	51
3.4.3. Identificación y delimitación de unidades hidrográficas .....	51
3.4.4. Análisis de principales parámetros físico químicos .....	52

### **CAPITULO IV**

#### **CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

<b>4.1. UBICACIÓN .....</b>	<b>55</b>
4.1.1. Ubicación zona de estudio .....	55
4.1.2. Plano de Ubicación Zona Churi .....	56
4.1.3. Ubicación de coordenadas UTM Puntos de Muestreo.....	56
4.1.4. Accesibilidad.....	56
4.1.5. Clima y meteorología.....	57



4.1.6. Componente físico .....	59
4.1.7. Geología Local .....	59
4.1.8. Geomorfología .....	61
4.1.9. Caracterización área de estudio.....	64
<b>4.2. RESIDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>66</b>
4.2.1. Caracterización de residuos sólidos .....	66
4.2.2. Gestión de residuos sólidos.....	67
4.2.3. Análisis de residuos sólidos municipales.....	68
4.2.4. La recolección y disposición final de residuos sólidos .....	69
4.2.5. Tratamiento de residuos sólidos urbanos .....	70
<b>4.3. METODOLOGÍA DE MUESTREO.....</b>	<b>71</b>
4.3.1. Identificación de sitio de la toma de muestra.....	71
4.3.2. Metodología de muestreo.....	71
4.3.3. Almacenamiento de muestras .....	72
4.3.4. Análisis del agua en el laboratorio .....	73
<b>4.4. FASE GABINETE .....</b>	<b>73</b>
4.4.1. Almacenamiento de muestra.....	73
4.4.2. Análisis de parámetros físico químico del agua.....	74

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO .....</b>	<b>75</b>
5.1.1. Zona de estudio .....	75
<b>5.2. Nivel de carga orgánica en el agua de la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata Juliaca, San Román Puno .....</b>	<b>76</b>
5.2.1. Antecedentes del estado de los ríos.....	76





<b>5.3. Nivel de Metales Pesados presentes en el Agua de la Zona de Confluencia de los ríos de Torococha y Coata Juliaca, San Román, Puno .....</b>	<b>81</b>
5.3.1. Arsénico (As) .....	82
5.3.2. Cadmio (Cd).....	82
5.3.3. Cobre (Cu).....	83
5.3.4. Mercurio (Hg) .....	84
5.3.5. Plomo (Pb) .....	84
5.3.6. Cromo.....	85
5.3.7. Zinc (Zn) .....	86
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>96</b>

**ÁREA :** Recursos Naturales y Medio Ambiente

**TEMA:** Estudio Ambiental

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 13 de julio de 2022**



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b>	Caracterización de los residuos sólidos municipales .....	44
<b>Tabla N° 2:</b>	Censo poblacional y vivienda 2007-2017 .....	44
<b>Tabla N° 3:</b>	Operacionalización de Variables .....	50
<b>Tabla N° 4:</b>	Materiales y equipos .....	49
<b>Tabla N° 5:</b>	Nivel de contaminación.....	54
<b>Tabla N° 6:</b>	Ubicación .....	55
<b>Tabla N° 7:</b>	Ubicación de coordenadas UTM Punto de Muestreo .....	56
<b>Tabla N° 8:</b>	Accesibilidad vial.....	57
<b>Tabla N° 9:</b>	Humedad relativa .....	58
<b>Tabla N° 10:</b>	Estudio de caracterización de la Provincia de San Román .....	67
<b>Tabla N° 11:</b>	Identificación de principales agentes contaminantes .....	69
<b>Tabla N° 12:</b>	Ubicación geográfica .....	75
<b>Tabla N° 13:</b>	Identificación de principales agentes contaminante.....	77
<b>Tabla N° 14:</b>	Resultados de laboratorio .....	78
<b>Tabla N° 15:</b>	Aniones (DS 031).....	80
<b>Tabla N° 16:</b>	Metales totales por ICP-MS .....	86



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b>	Partes de una cuenca hidrográfica .....	33
<b>Figura N° 2:</b>	División de una cuenca hidrográfica .....	34
<b>Figura N° 3:</b>	La contaminación de cuenca del rio Torococha Juliaca .....	36
<b>Figura N° 4:</b>	Delimitación de cuenca hidrográfica .....	51
<b>Figura N° 5:</b>	Imagen satelital cuenca Torococha - Coata .....	52
<b>Figura N° 6:</b>	La ubicación de zona de estudio .....	56
<b>Figura N° 7:</b>	Mapa Geológico Litológico .....	61
<b>Figura N° 8:</b>	Conexiones clandestinas aguas residuales .....	65
<b>Figura N° 9:</b>	La contaminación de residuos solidos del rio Torococha Juliaca.....	67
<b>Figura N° 10:</b>	Recolecciones de muestras .....	72
<b>Figura N° 11:</b>	Proceso de laboratorio .....	73
<b>Figura N° 12:</b>	Equipo de refrigeración .....	74
<b>Figura N° 13:</b>	Cuenca del rio Torococha .....	76
<b>Figura N° 14:</b>	Análisis resultado de laboratorio .....	79
<b>Figura N° 15:</b>	Análisis de laboratorio de aniones .....	80
<b>Figura N° 16:</b>	Análisis de arsénico (As) .....	82
<b>Figura N° 17:</b>	Análisis de cadmio (Cd) .....	83
<b>Figura N° 18:</b>	Análisis de cobre (Cu) .....	83
<b>Figura N° 19:</b>	Análisis mercurio (Hg) .....	84
<b>Figura N° 20:</b>	Análisis de plomo (Pb) .....	84
<b>Figura N° 21:</b>	Análisis de cromo (Cr).....	85
<b>Figura N° 22:</b>	Análisis de zinc (Zn).....	86



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>APHA</b>	: American Public Health Association, USA.
<b>ASTM</b>	: American Society for Testing and Material, USA.
<b>CE</b>	: Conductividad Eléctrica.
<b>DBO</b>	: Demanda Bioquímica de Oxígeno.
<b>DIA</b>	: Declaración de Impacto Ambiental.
<b>DQO</b>	: Demanda Química de Oxígeno
<b>DREM</b>	: Dirección Regional Energía y Minas.
<b>ECA</b>	: Estándar de Calidad Ambiental.
<b>ISQA</b>	: Índice Simplificado de la Calidad del Agua.
<b>LCA</b>	: Laboratorio de Calidad Ambiental.
<b>LMP</b>	: Límites Máximos Permisibles.
<b>mg/L</b>	: Miligramo por Litro.
<b>mg/m<sup>3</sup></b>	: miligramo por metro cubico.
<b>OD</b>	: Oxígeno disuelto.
<b>OMS</b>	: Organización Mundial de Salud.
<b>ONERN</b>	: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
<b>pH</b>	: Potencial de hidrogeno.
<b>ppm</b>	: Partes por Millón.
<b>SENAMHI</b>	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
<b>STS</b>	: Total de sólidos suspendidos.
<b>uS/cm</b>	: Micro siemens por centímetro.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el distrito de Caracoto, el objetivo principal fue evaluar el nivel de calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, determinar los parámetros fisicoquímicos, la carga orgánica existente que influyen en la calidad del agua y metales pesados. La metodología aplicada está basada en las Normas y D.S. del MINAM, La investigación se basa en un enfoque cuantitativo y es de tipo descriptivo y experimental, así mismo se realizó análisis de muestras en el laboratorio por ICP-MS, se hizo una comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMPs) y DS N° 004-2017 MINAM. Los resultados de los parámetros físico químicos, pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, el que supera los LMP es los sólidos suspendidos totales. demanda bioquímica de oxígeno (M2), 98 mg/l, Coliformes (M2), 49000 NMP/100ml, Conductividad (M1), (M2), (M3), 2140 uS/cm, demanda química de oxígeno (M2), 216 mg/l, sólidos suspendidos totales (M2), 29 mg/l, Aceites (M2), 10.3 mg/l, superan los Límites Máximos Permisibles, por lo que el agua no es apta para el consumo humano. Según los análisis químico-realizados por metales pesados son: Arsénico (As) M3, 0.02782 mg/l, Cadmio (Cd) M1, 0.00005 mg/l, Cobre (Cu) M2, 0.002 mg/l, Mercurio (Hg) M2 0.0005mg/l, Plomo (Pb) M3, 0.0009mg/l, Cromo (Cr) M2, 0.00054 mg/l, Zinc (Zn) M2, 0.016 mg/l, están dentro de los Límites Máximos Permisibles.

**Palabras clave:** Calidad del agua, contaminación, metales pesados, ríos Coata y Torococha



## ABSTRACT

The present research work was developed in the district of Caracoto, the main objective was to evaluate the level of water quality in the confluence area of the Torococha and Coata rivers, determine the physicochemical parameters, the existing organic load that influence the quality of water and heavy metals. The applied methodology is based on the Norms and D.S. of the MINAM, the investigation is based on a quantitative approach and is descriptive and experimental, likewise, analysis of samples was carried out in the laboratory by ICP-MS, a comparison was made with the Maximum Permissible Limits (LMPs) and DS N ° 004-2017 MINAM. The results of the physical chemical parameters, pH, conductivity, total suspended solids, the one that exceeds the LMP is the total suspended solids. biochemical oxygen demand (M2), 98 mg/l, Coliforms (M2), 49000 NMP/100ml, Conductivity (M1), (M2), (M3), 2140 uS/cm, chemical oxygen demand (M2), 216 mg/l, total suspended solids (M2), 29 mg/l, Oils (M2), 10.3 mg/l, exceed the Maximum Permissible Limits, so the water is not suitable for human consumption. According to the chemical analyzes carried out for heavy metals, they are: Arsenic (As) M3, 0.02782 mg/l, Cadmium (Cd) M1, 0.00005 mg/l, Copper (Cu) M2, 0.002 mg/l, Mercury (Hg) M2 0.0005 mg/l, Lead (Pb) M3, 0.0009mg/l, Chromium (Cr) M2, 0.00054 mg/l, Zinc (Zn) M2, 0.016 mg/l, are within the Maximum Permissible Limits.

**Keywords:** Water quality, contamination, heavy metals, Coata and Torococha rivers.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

El agua es considerada como un recurso vital para la vida del ser humano, para su flora y fauna en el mundo. Por lo tanto, debemos priorizar su seguridad, en los tiempos actuales los expertos científicos indican que el agua es motivo de preocupación, ya que sufrimos de escasez de agua dulce, la humanidad entera debemos reconocer la importancia del agua que necesitamos para la vida en todo el planeta (Mayca, 2019).

Según ANA refiere que el agua dulce disponible es escasa su disponibilidad no alcanza ni el 0,5% este del total del agua que existe. De tal forma según la información emitida por Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la escasez de agua potable alcanza a 1.100 millones de la población mundial, así mismo 31 países sufren escasez de agua y dos de cada 5 personas no cuentan con instalaciones adecuadas de saneamiento.

La calidad del agua en la actualidad es cuestionada con gran relevancia por la población mundial, en tal sentido el crecimiento y desarrollo de la población urbana y rural necesita mayor abastecimiento de calidad del agua, ya que con el transcurrir del tiempo se evidencia mayor contaminación del agua que la misma población genera con las basuras, los relaves mineros, entre otros. Uno de los deterioros de la calidad de agua que se observa en las áreas rurales es el uso de los fertilizantes que se utiliza en distintos tipos de la agricultura, estos químicos llegan a las aguas superficiales y subterráneas que alteran la calidad del agua (Bosch, 1999).

Cabe recalcar que alrededor del 70% a 75% de la contaminación de los ríos es producto de las actividades humanas que se dan en la superficie terrestre. Así mismo esa contaminación se transporta por medio de la corriente de los ríos, que en todo ese trayecto



se contamina entre un 70% y 80 % de la población de sus alrededores. Además, según la reciente evaluación del medio ambiente de los ríos, en América Latina, los principales causantes son los diversos productos químicos con composición de porciones significativas de metales pesados que generan efluentes y residuos (Gonzales et al., 2014).

Caho-Rodríguez & López-Barrera (2017) en el Perú existen zonas que son suministradas de sistemas de abastecimiento de agua que no son tratadas adecuadamente por ello se evidencia las consecuencias que afectan la salud de la población, existen enfermedades a la piel, enfermedades diarreicas el cual puede generar desnutrición y anemia.

Por otro lado Herrera-Morales et al., (2022) mencionan que; las características físicas del agua, como la coloración verdosa turbia y la pigmentación amarillenta de las rocas del río Coata indican vertimiento de aguas residuales y metales pesados, así como también el vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos el inadecuado uso del agua. Esto impacta a su vez en la escasez y deterioro de la calidad de fuentes de agua, ya que todo lo que se descarga al entorno inexorablemente irá al subsuelo, a los ríos o al océano, por lo tanto, cabe preguntarnos ¿Cuál es el nivel de calidad del agua?

El desarrollo de la presente investigación está focalizado en el nivel de calidad del agua y su respectivo nivel de contaminación del río Torococha y Coata - Caracoto, el estudio incluye la descripción de los parámetros físico químicos, análisis de metales pesados por ICP- MS de acuerdo a los parámetros físico químicos para determinar el grado de contaminación ambiental en esta zona, lo cual podría afectar la calidad de vida de las personas y los recursos naturales como el suelo, la flora y fauna, pero principalmente el agua, la misma que es muy importante para la nutrición de los animales,





provocando así que disminuyan los rendimientos de la actividad pecuaria influyendo de manera negativa en la producción.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para el presente trabajo de investigación evaluación de la calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, que inicia desde el puente Churi hasta la Escuela Churicanchi, una de las principales limitaciones del estudio ha sido la falta de información sobre la caracterización de aguas residuales en las principales plantas de tratamiento en la Región Puno, debido a que no se cuenta con suficientes plantas de tratamiento de aguas residuales.

Valoración del problema es la calidad de las aguas del río Coata – zona Churi, que se vio afectada por el impacto del vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos provenientes del río Torococha - Juliaca, en donde los drenajes se han convertido en un foco infeccioso visible en toda la zona céntrica y periférica, creando así un pasivo ambiental que afecta la calidad del agua y pone en riesgo la salud de la población que diariamente utiliza este recurso para uso doméstico o para el consumo de sus animales.

## **1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACION**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el nivel de calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, Caracoto, San Román, Puno?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el nivel de carga orgánica presentes en el agua de la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, Caracoto, San Román, Puno?
- ¿Cuál es el nivel de metales pesados presentes en el agua de la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, Caracoto, San Román, Puno?



### 1.3. ANTECEDENTES

El deterioro de la calidad del agua en nuestro planeta nos motivó a llevar a adelante la presente investigación. Diferentes estudios realizados por PELT y ANA acerca de la contaminación del río Torococha - Juliaca debido a un deficiente manejo de residuos sólidos y falta de control en el vertimiento directo e indirecto de aguas residuales municipales y domésticas crudas e inadecuadamente tratadas, han propiciado que este vital e importante recurso hídrico se vea contaminado ( Fuente Informe Técnico de la calidad de agua y del suelo Huata, 2019)

#### **Antecedentes internacionales**

Bendezú & Hernández (2022) realizaron una investigación en la ciudad de Bogotá, Colombia, cuyo objetivo fue realizar un análisis espacio temporal el índice de calidad de agua del sector occidental Guaymaral, utilizando dos metodologías de medición de cálculo: ICA UWQI-IDEAM “Estudio Nacional del Agua adoptó la metodología Universal Water Quality Index” y el ICA CWQI-SDA “La Secretaría Distrital de Ambiente adoptó la metodología canadiense CWQI”. Seleccionaron cuatro puntos a ser monitoreados, evaluando parámetros fisicoquímicos: oxígeno disuelto, pH, conductividad, DBO, DQO, N, P, coliformes, SST, tenso activos, grasas y aceites. La mayoría de los puntos de monitoreo evaluados con UWQI-IDEAM tuvo una valoración regular y con el CWQI-SDA una valoración pobre. Concluyeron que UWQI-IDEAM sirve para evaluar el uso específico del agua y el CWQI-SDA sirve para estudios que hagan evaluaciones espacio temporal de la calidad de agua.

Macedo (2018) investigó la Medición de calidad del agua en río Chambo-Ecuador en un programa educativo experiencial. El objetivo de esta investigación fue determinar la eficacia de la medición de la calidad del agua en el río Chambo, a través de un programa



educativo experiencial. La investigación es de enfoque cuantitativo y de diseño cuasi experimental. Los resultados muestran significancia bilateral (0.019) para el grupo experimental (G1POSTEST) mientras que los otros grupos permanecieron en cero. Se concluye que la problemática de la calidad del agua debe ser abordada desde una dimensión multidimensional (holística), esto contribuye a comprender que, en torno al agua, existe una movilidad social– económica como eje fundamental para concretar la calidad de vida de las personas.

Gil et al., (2019) investigaron la Evaluación de la calidad del agua subterránea utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de Estudio: Acuíferos de Maturín, Estado Monagas, Venezuela, tuvo como objetivo evaluar el índice de calidad del agua (ICA) en las aguas subterráneas de Maturín, Estado Monagas, Venezuela, medido por el método del índice aritmético ponderado.

### **Antecedentes nacionales**

Torres (2020) investigó la Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor en Moyobamba. El objetivo fue evaluar la calidad del agua de consumo humano del centro poblado de Pomalca. La investigación consistió en realizar el análisis de dispersión fisicoquímica y biológica del agua de consumo, en 3 puntos de muestreo “salida del reservorio, red primera vivienda y red ultima vivienda”. Los resultados muestran que los parámetros que sobrepasaron los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano D.S. N°031-2010/SA fueron la turbiedad en el 1 muestreo con 7.57 UNT, el cloro residual con 0.0 mg/L, bacterias heterotróficas con  $84 \times 10$  UFC/mL, coliformes totales, coliformes fecales y escherichia coli presentaron contaminación en el agua.



(Canaza, 2017) investigó la Evaluación de la calidad bacteriológica del agua para consumo humano, laboratorio de control de calidad DIRESA, Abancay-Apurimac, 2011-2016, el objetivo fue describir la experiencia profesional en la determinación de la calidad bacteriológica de agua para consumo humano realizado en el laboratorio de control ambiental DIRESA Apurimac. Los resultados muestran que existe un elevado porcentaje de muestras que superan los Límites Máximos Permisibles. según parámetros bacteriológicos de la calidad del agua D.S. N° 031-2010-SA. De igual manera la determinación de la calidad bacteriológica del agua para el consumo humano brinda la información para identificar el grado de contaminación que es necesario para tomar las acciones pertinentes y así disminuir los índices de enfermedad de origen hídrico.

Autoridad Nacional del Agua (2013) realizaron una investigación en la Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río San Juan “Chincha”, tuvo como objetivo evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial en el ámbito de la cuenca del río San Juan. Los resultados evidencian que las aguas de los ríos San Juan y Chico registraron un pH ligeramente básico asociado a la abundancia de macrófitas acuáticas bentónicas. Asimismo, las aguas del río Chico, registró una elevada carga bacteriológica de origen fecal asociada a las descargas de aguas residuales, también las aguas del río Matagente, registraron una elevada concentración del parámetro fenoles asociada a las descargas de las actividades antropogénicas y a los vestigios de vegetales como algales que son catalizados por fluoruros.

Mato (2019) investigó la Evaluación de la idoneidad de la calidad del agua potable utilizando el índice de calidad en el distrito de Subtanjalla, Perú. Presenta como objetivo la determinación del efecto de los parámetros fisicoquímicos sobre la calidad del agua potable del distrito de Subtanjalla, Ica; con el fin de conocer si es aceptable para consumo de los pobladores del dicho distrito, se consideró once parámetros



fisicoquímicos (parámetros organolépticos: turbiedad, pH, conductividad, STD, sulfato, dureza total, Al, Fe, Zn, y los inorgánicos: nitrato y nitrito) en un periodo de cuatro meses (junio-setiembre 2021), se realizó la comparación con los LMPs del agua aprobados en el D.S.031-2010-S.A.

El Índice de Calidad del Agua en los cinco puntos monitoreados, indica que la calidad del agua es favorable, para consumo humano, por tal motivo es necesario realizar tratamiento con el fin de controlar y disminuir la concentración de los tres parámetros (sulfato, dureza total y nitrito) y de esa manera proteger la salud de los pobladores.

### **Antecedentes locales**

Monteagudo (2015) realizó una investigación en los dos principales afluentes del río Coata, tuvo como objetivo principal “evaluar la diferencia de los Índices de Calidad de Agua de los ríos Cabanillas y Lampa”. Se evaluaron nueve parámetros: temperatura, pH, turbidez, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales y coliformes fecales. Se empleó el método del Índice de Calidad de Agua de la Fundación Nacional de Sanidad de los Estados Unidos (ICA NSF). Los resultados de calidad del agua en el río Cabanillas presentaron un valor de 54.14 y en el río Lampa 70.16, ambos pertenecen a la clasificación de calidad de agua media. El autor concluye los ICA NSF de ambos ríos son estadísticamente significativos, el río Cabanillas presenta un alto nivel de contaminación.

Estudió la calidad físico-química y bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento para consumo humano en la ciudad de Juliaca y su pH osciló entre 7.31 y 7.78 unidades. Asimismo, evaluó la calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector Taparachi III de Juliaca, su resultado para la temperatura en pozos artesanales fue de 14.49 °C y 7.39 de pH. Sin embargo, determinó



la calidad bacteriológica y físico-química de seis manantiales en el distrito de Santa Rosa - Melgar obteniendo valores de temperatura entre 8.70 °C a 10.36 °C y entre 7.22 a 8.20 de pH.

La contaminación de la Cuenca del río Torococha por la iniciativa legislativa del congresista Dr. Lucio Ávila Rojas ley que declara de Interés Nacional y necesidad pública la descolmatación, construcción de muros de contención y techado del río Torococha en las zonas urbanas del Distrito de Juliaca Provincia de San Román y Región de Puno (2017), quien realizó la propuesta para recuperar y descontaminar este río tan importante para la ciudad de Juliaca, es necesario que el Estado a través de los órganos competentes Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento enfoquen sus esfuerzos y toda acción que atienda recuperar el cauce y el techado del río Torococha.

Los antecedentes en las actividades de monitoreo en la Unidad Hidrográfica Coata, se remontan al primer monitoreo desarrollado del 03 al 08 de agosto de 2011 y reportado con el informe técnico N° 1023-2011 ANA-DGCRH/RGC.INFORME TECNICO N° 051-2018-ANA-AAA-TIT-AT/RWAA del Biólogo Richard Apaza Arpasi, quien es el Especialista en calidad de los Recursos Hídricos sobre el resultado de monitoreo participativo de la calidad de aguas superficial en la Unidad Hidrográfica Coata (20 al 28 de setiembre del 2018).

Informe Técnico Final del monitoreo Ambiental de la calidad de agua y suelo del distrito de Huata 2018 “Proyecto de Concertación y Participación Ciudadana para la Gestión Medio Ambiental de Huata” Tesis Evaluación Ambiental del rio Coata (2012) presentado por el Bachiller José Randolph Rodríguez Huamani, sobre el Estudio realizado en la cuenca hidrográfica de Coata.



## **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El río Coata es de gran importancia para las actividades de las comunidades y poblaciones aledañas, como las comunidades campesinas de Canchi Chico, Canchi Grande y Suchis del distrito de Caracoto e incluso para las comunidades de la jurisdicción del distrito de Coata de la provincia de Puno; por lo que es fundamental poseer una buena calidad del agua, que cuente con un adecuado control de su nivel de contaminación, ya que este recurso es utilizado sin ningún tratamiento previo, es por ello que el presente estudio busca conocer las características de calidad del agua presente en la zona de confluencia del río Torococha y Coata, utilizando límites máximos permisibles (LMP) estándares de calidad ambiental (ECAs), determinando las concentraciones de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados que representen riesgos a la salud y al ecosistema acuático, con la finalidad de evaluar la calidad del agua.

Finalmente se pretende aportar a la sociedad científica con una base de datos con los resultados obtenidos, que pueden ser utilizados como una herramienta técnica informativa por las autoridades para comunicar de manera gráfica y simplificada de la realidad actual de los recursos hídricos a la población afectada; estos datos ayudan a implementar posteriores instrumentos, planes y programas de gestión e intervención dirigidos a la protección de la salud y ecosistemas acuáticos.

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. Hipótesis general**

La calidad del agua en la confluencia de los ríos Torococha y Coata distrito de Caracoto, son afectadas por la presencia de carga orgánica y metales pesados.



### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- El nivel de carga orgánica presente en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata afectan directamente la calidad del agua.
- La presencia de los metales pesados afecta el nivel de la calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, Caracoto.

## **1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.6.1. Objetivo General**

Evaluar el nivel de la calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, Caracoto, San Román, Puno.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el nivel de carga orgánica presentes en el agua de la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, Caracoto, San Román, Puno.
- Determinar el nivel de metales pesados presentes en el agua de la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, Caracoto, San Román, Puno.

## **1.7. ALCANCE DE LA INVESTIGACION**

Las materias orgánicas, los metales pesados constituyen una de las principales fuentes de contaminación.

Por lo que es de gran importancia realizar la evaluación del nivel de la calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, distrito de Caracoto, San Román, Puno, generada por la población que reside en los alrededores del río Torococha, el cual genera la contaminación al río de Coata. Con dicha evaluación se promoverá la concientización de las autoridades y a la población de la ciudad de Juliaca.





## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2. MARCO TEÓRICO

##### 2.1. HIDROLOGÍA

###### 2.1.1. La hidrosfera

La hidrosfera es la capa de agua que rodea la Tierra, es el sistema material formado por el agua que está debajo y sobre la superficie del planeta, que se forma por la condensación y solidificación del vapor de agua que se contiene en la atmosfera primitiva (Fernández,

2012).[https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16991/MACEDO\\_TREJO\\_ELSA\\_ELIZABETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16991/MACEDO_TREJO_ELSA_ELIZABETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

En tal sentido según el Instituto de Ciencias Humanidades (ICH, 2009) indica que la extensión terrestre un 71% está cubierta de agua, se encuentra en estado líquido formando el océano. Asimismo, también existe agua en la superficie terrestre de forma líquida, sólida y gaseosa los mencionados cubren la zona continente, entonces las aguas que existen en la superficie terrestre como: océanos, glaciares, agua subterránea, mares, vapor de agua, etc. Engloba un conjunto de hidrosfera (Diaz & Sotomayor, 2013).

###### 2.1.2. Precipitaciones

La precipitación es el depósito de agua en la superficie de la Tierra, en forma de lluvia, nieve, hielo, granizo y rocío. Todos los valores de precipitación se expresan en milímetros “mm” de líquido equivalente de agua para el intervalo de tiempo. Un milímetro de lluvia corresponde a 1 litro de agua por metro cuadrado de superficie, de 10 mm de nieve (Herrera & Valdivia, 2018).



### **2.1.3. El agua**

El agua es el elemento más importante para la vida. Es vital para el ser humano, así como para el resto de animales y seres vivos que existen en el planeta tierra, como también es un recurso débil, vulnerable, los seres humanos deterioramos el agua con la contaminación (Ruiz, 2017).

Vasquez (2016) muestran que el 70% de la tierra está compuesta por agua, igualmente el 70% del cuerpo humano está en base al agua, en tal sentido el agua es de suma importancia, su consumo es recomendado ya que nos ayuda a la absorción y eliminación de desechos, ayuda la digestión, distribuye nutrientes a todo el cuerpo a través de la sangre, reduce los problemas cardiacos, etc. Además, su importancia para las especies vegetales que se encuentra en el mundo un 70% a 90% observen el agua producida por la lluvia o a través de riego.

### **2.1.4. Calidad del agua**

La calidad del agua se define como los factores que describen las características químicas, físicas y biológicas del agua. De este modo la calidad del agua presenta un valor esencial para la salud del ser humano, animales, las plantas todos los seres vivos en el mundo que dependemos de agua, su calidad es esencial ya que la contaminación de las aguas causa negativamente tanto en el deterioro de las plantas, enfermedades en los animales o las personas (Villena, 2018).

El tratamiento fisicoquímico es cada vez más costoso para las empresas de agua potable. En ese contexto, los conflictos socio ambientales tienen en la presencia de metales pesados en sangre una evidencia suficiente para generar climas adversos para la economía y retraso en las inversiones, resultando en un círculo vicioso difícil de resolver. El análisis de las dos causas: naturaleza mineralógica y extracción minera, debe



profundizarse para lograr una adecuada solución que priorice la salud de las personas, pero que a su vez también, promueva las inversiones para el crecimiento económico. El objetivo de la presente revisión es motivar el abordaje del problema por parte de las Autoridades Sanitarias y el desarrollo de estrategias de comunicación de riesgos para que el problema se enfrente de manera costo-efectiva con educación sanitaria, mientras que al mismo tiempo se sigue avanzando en el desarrollo de tecnologías mineras más ecoeficientes (Villena, 2018).

### **2.1.5. Contaminación del cuerpo de agua**

(Villena, 2018) la contaminación de las aguas superficiales ocurre por fuentes no puntuales y fuentes puntuales que se acumulan sustancias tóxicas como también los derrames de fluidos en el sistema híbrido como: mar, río, cuenca, entre otros. Estos aspectos alteran la calidad del agua, en la actualidad la mayor parte de la contaminación viene de la actividad humana. Estos contaminantes se da través de la liberación de residuos sólidos que influyen negativamente en las aguas residuales, eutrofización o descarga de basura y luego son transportados hacia ríos, penetrando en aguas subterráneas o descargando en lagos o mares.

Los contaminantes de los cuerpos de agua que perjudican directamente a la ecología de los ríos son compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medio ambiente no se considera significativa en términos de distribución o concentración, por lo que pasan inadvertidos; no obstante, ahora están siendo ampliamente detectados y tienen el potencial de acarrear un impacto ecológico, así como efectos adversos sobre la salud (Villagomez, 2021).

La característica de estos grupos de contaminantes es que no necesitan estar constantemente en el ambiente para causar efectos negativos, puesto que sus altas tasas



de transformación, remoción se pueden compensar por su introducción continua en el ambiente.

#### **2.1.6. Contaminación de ríos**

El agua es fundamental para la vida, ya que sin ella simplemente no podría subsistir ningún ser vivo. De tal forma cualquier sociedad industrial utiliza enormes cantidades de agua, algo que muestra la importancia que el agua tiene para la vida. Así mismo los recursos hídricos y la cantidad del agua potable son limitados, ya que se trata de un recurso renovable y cuya recuperación consumiría una enorme cantidad de dinero y años de trabajo, esto afectaría no solo a la calidad de vida de los seres vivos, sino también a las distintas actividades socioeconómicas (L. A. Torres, 2016).

Por este motivo principal, luchar contra la contaminación de los ríos es algo de vital importancia, no sólo para la protección del propio medio ambiente, sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos.

Ramírez (2006) menciona que la contaminación de los ríos vendría a consistir en la incorporación, al agua, de materiales considerados como extraños, tales como:

- Productos químicos.
- Microorganismos.
- Aguas residuales.
- Residuos industriales y otros.

#### **2.1.7. Consecuencias de la contaminación de los ríos**

(Gutierrez, 2018) indica el daño que causa son la contaminación a una cuenca hídrica es por la pérdida de biodiversidad en el ecosistema acuático determinado, afectando a la calidad de vida de los individuos que evitan allí, e inclusive precipitando la muerte masiva de los mismos, en casos de intoxicaciones agudas. Eso sin contar con



algunos de los principales contaminantes de los ríos, tales como: agentes infecciosos que causan trastornos gastrointestinales; aguas residuales y otros residuos que tienden a demandar oxígeno; productos químicos y nutrientes vegetales.

### **2.1.8. Envenenamiento e impacto en la salud humana**

Rodriguez (2017) las cianobacterias, también conocidas como dinoflagelados que generan marea roja, liberan toxinas muy potentes con altos niveles de veneno en el agua, incluso en concentraciones muy bajas. Las condiciones anaeróbicas creadas por el crecimiento explosivo de plantas en el agua también resultan en la duplicación de los compuestos tóxicos. También puede causar la muerte en humanos y animales, incluso en la menor concentración cuando se ingiere en agua potable. Además, las floraciones de algas de agua dulce pueden amenazar la salud del animal. Los compuestos tóxicos también pueden ascender en la cadena alimentaria, contribuyendo a varios impactos negativos en la salud, como el cáncer. Las biotoxinas se relacionan con el aumento de la incidencia de intoxicación neurotóxica, paralítica y diarreica en humanos, que puede conducir a la muerte

### **2.1.9. Eutrofización**

De manera general, la eutrofización está referida al aumento de nutrientes que producen un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad de un ecosistema. Dicho aumento impide que la luz solar penetre dificultando la fotosíntesis y por tanto, la producción de oxígeno, con lo que en un momento determinado se hace inviable la existencia de la mayoría de las especies que previamente formaban el ecosistema (Chacón, 2018).



### **2.1.10. El fenómeno de eutrofización**

Díaz & Sotomayor (2013) Este fenómeno es parte de un proceso natural de envejecimiento de los lagos, que ocurre en forma lenta e independientemente de la actividad del hombre. Sin embargo, muchos lagos han sufrido graves daños por parte de las actividades diarias de la sociedad, las cuales afectan su estética, el turismo y la economía en general. Es importante hacer mención que todo lago tiende a desaparecer con el tiempo, pero la acción del hombre puede acelerar el proceso de eutrofización.

Es por ello que la eutrofización durante mucho tiempo fue considerada como un proceso natural, como un resultado de la descarga normal de nutrientes, sedimentos y otros materiales en los sistemas acuáticos durante millones de años, en el cual un lago que recibía los aportes, con el tiempo se transformaba en una ciénaga, la cual al consolidarse se convertía en un sistema terrestre. Este proceso tiene lugar en cientos de miles de años y es irreversible (Ruiz, 2017).

Zouiten (2012) cita a (Silverio, 2006) Actualmente se habla de “Eutrofización Cultural”, la cual está asociada a la intervención del ser humano

### **2.1.11. Efectos de eutrofización**

Vasquez (2016) Cuando los ecosistemas acuáticos experimentan un aumento de nutrientes, el fitoplancton y otras plantas fotosintéticas crecen de manera explosiva, comúnmente conocidas como floraciones de algas. Como resultado, las floraciones de algas limitan la cantidad de oxígeno disuelto requerido para la respiración de otras especies animales y vegetales en el agua. El agotamiento del oxígeno ocurre cuando las algas, plantas mueren y se descomponen. Cuando el oxígeno disuelto alcanza niveles hipóxicos, las especies animales y vegetales que se encuentran bajo el agua, como los camarones, los peces y otra biota acuática, se asfixian. En casos extremos, las condiciones



anaeróbicas fomentan el crecimiento de bacterias que producen toxinas que son mortales para los mamíferos marinos y las aves. El crecimiento del fitoplancton también causa una menor penetración de la luz en las profundidades más bajas del agua. Esto puede causar zonas muertas acuáticas, pérdida de vida acuática y también disminuye la biodiversidad.

### **2.1.12. Deterioro de la calidad del agua y limitación del acceso al agua potable**

(Pino & Coarita, 2018) los principales problemas del deterioro del agua constituyen la eutrofización, que permite el aumento de los niveles de nutrientes fosforo y nitrógeno el cual afecta el uso del agua.

Las floraciones de algas son altamente tóxicas y una vez que el agua alcanza las condiciones anaeróbicas, se promueve el crecimiento de bacterias más tóxicas. La consecuencia es un amplio deterioro de la calidad del agua y una disminución de la disponibilidad de agua potable limpia. El crecimiento denso de floraciones de algas y bacterias fotosintéticas en las aguas superficiales también puede bloquear los sistemas de agua, limitando así la disponibilidad de agua corriente (Lucas & Carreño, 2018).

## **2.2. HIDROGRAFÍA**

### **2.2.1. Cuenca hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que sus aguas dan al mar a través de un único río o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas hidrográficas, y con miras al futuro las cuencas hidrográficas se perfilan como una de las unidades de división funcionales con mucha más coherencia, permitiendo una verdadera integración social y



territorial por medio del agua. También recibe los nombres de hoya hidrográfica, cuenca de drenaje, cuenca imbrífera, cuenca de exudación o cuenca fluvial (Zaldívar, 2017).

### 2.2.2. Partes de una cuenca hidrográfica

Según (Alfaro, 2021) indica lo siguiente:

**La cuenca alta.** - Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros limitadas en su parte superior por líneas divisorias de aguas. En esta zona las pendientes resultan elevadas, los valles estrechos y los procesos fluviales que prevalecen son erosivos.

**La cuenca media.** - Es la zona donde el cauce principal mantiene un curso más definido. La pendiente es menos abrupta que la anterior y los procesos erosivos son más moderados. Reciben aportes de cauces menores.

**La cuenca baja.** - Es la zona donde se produce un cambio abrupto de pendiente, el río desagua o desemboca en zonas bajas. El trazado del curso es divagante o sinuoso. Aquí prevalece el proceso de sedimentación.



Si analizamos el relieve que generalmente está asociado a un río, al desagregarlo en tramos, podemos identificar la disponibilidad, funcionalidad y el comportamiento del recurso agua en su trayecto como parte de la cuenca.



**Figura N° 1:** Partes de una cuenca hidrográfica

Fuente: Adaptado de Máster GIS-Manual de manejo de cuencas

### 2.2.3. División de una cuenca hidrográfica

**Exorreicas:** drenan sus aguas al mar o al océano. Un ejemplo es la cuenca del Plata, en Sudamérica.

**Endorreicas:** desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar. Por ejemplo, la cuenca del río Desaguadero, en Bolivia.

**Arreicas:** las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta patagónica central pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia. También son frecuentes en áreas del desierto del Sahara y en muchas otras partes.

#### 2.2.4. División de una cuenca hidrográfica

Dentro de los términos que generalmente se utilizan, para definir e identificar los componentes que identifican las características de una cuenca tenemos:

- **Cuenca.** Sistema integrado por varias sub cuencas o micro cuencas.
- **Sub cuencas.** Conjunto de micro cuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente.
- **Micro cuencas.** Una micro cuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una sub cuenca; es decir, que una sub cuenca está dividida en varias micro cuencas.
- **Quebradas.** Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una micro cuenca.



**Figura N° 2:** División de una cuenca hidrográfica

Fuente: Adaptado por Casaverde, 2011.

### 2.3. MEDIO AMBIENTE

(Bullon & Quispe, 2018) el medio ambiente está conformado por diversos componentes como son los físicos, los químicos y los biológicos, así como, los sociales



y los culturales. Estos componentes, tangibles e intangibles, se encuentran relacionados unos con otros y establecen las características y el desarrollo de la vida de un lugar.

### **2.3.1. Contaminación**

Hernández (2018) la contaminación es la introducción de un contaminante en un ambiente natural que causa inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Por lo general, es consecuencia de la actividad humana.

Los contaminantes pueden clasificarse según el tipo de fuente de donde provienen existen muchos agentes contaminantes entre ellos las sustancias químicas, residuos urbanos, el petróleo, o las radiaciones ionizantes. Todo esto tiene un efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua pueden producir enfermedades, daños en los ecosistemas que, en modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores su función ecológica (Rubio, 2019).

### **2.3.2. La problemática ambiental y su efecto sobre el agua**

Se debe a la incorporación de materias, elementos y partículas en el agua. Dentro de estas partículas y agentes encontramos microorganismos, productos químicos, residuos industriales.

Las aguas residuales urbanas, las aguas servidas que contienen desechos líquidos provenientes de los hogares contienen bacterias, virus, heces fecales, detergentes y productos químicos que son vertidos a los ríos, cuencas, laguna, produciendo impacto en la zona estas materias deterioran la calidad del agua y no la hacen útil para su consumo (Bullon & Quispe, 2018).



**Figura N° 3:** La contaminación de cuenca del río Torococha Juliaca

### **2.3.3. Contaminación del aire**

Es la adición excesiva a la atmósfera de gases como el dióxido de carbono o el metano, y de material articulado, que generan un desequilibrio en el estado óptimo de la atmósfera y afectan el normal desarrollo de plantas, animales y la salud de los humanos, sobre todo en las ciudades (Gatica, 2020).

### **2.3.4. Contaminación radioactiva**

Se denomina contaminación radiactiva a la presencia no deseada de sustancias radiactivas en el entorno. Esta contaminación puede ser debida a radioisótopos naturales o artificiales. Sin embargo, estos radioisótopos naturales pueden encontrarse en concentraciones más elevadas que las que pueden encontrarse en la naturaleza dentro de la variabilidad existente, debido a la propia actividad humana como “la minería y las centrales nucleares para generar energía”

En caso de contaminación radiactiva del organismo humano, según que los radio nucleídos estén depositados en la piel, los cabellos o las ropas, o bien haya penetrado en



el interior del organismo, se considera contaminación externa o contaminación interna respectivamente. La gravedad del daño producido está en función de la actividad y el tipo de radiaciones emitidas por los radios nucleídos.

## **2.4. GESTION AMBIENTAL.**

(Mamani, 2017) la gestión ambiental, también designada como gestión del medio ambiente implica a aquella serie de actividades, políticas, dirigidas a manejar de manera integral el medio ambiente de un territorio dado y así contribuir con el desarrollo sostenible del mismo.

Las funciones ambientales a cargo de las entidades señaladas en el artículo 2 de la presente Ley, se ejercen en forma coordinada, descentralizada y desconcentrada, con sujeción a la Política Nacional Ambiental, el Plan y la Agenda Nacional de Acción Ambiental y a las normas, instrumentos y mandatos de carácter transectorial, que son de observancia obligatoria en los distintos ámbitos y niveles de gobierno.

## **2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA**

La composición física y química del agua superficiales se debe a la presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles que se encuentran en estado iónico en el agua y que pueden ser de origen natural o antropogénico. Sus características físicas y químicas dependen de varios factores, siendo los tres principales: el ambiente climático, el ambiente geológico y la acción del hombre o contaminación (Molina, 2018).

### **2.5.1. Estándar de calidad ambiental y límites máximos permisibles**

(María et al., 2021) Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas y al ambiente.



Límite Máximo Permissible (LMP): Es la medida de nivel concentración o cantidad de uno o más contaminantes del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

## **2.6. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS**

### **2.6.1. pH**

Esto significa que la sustancia o solución no es ácida ni alcalina. Un valor pH de menos de 7 significa que es más ácida y un valor del pH de más de 7 significa que es más alcalina. En el campo de la medicina, tener un pH apropiado en la sangre y otros líquidos del cuerpo es importante para el buen funcionamiento del cuerpo (Casilla, 2014).

### **2.6.2. Conductividad**

La concentración de sales en el agua depende de diversos factores Uno de ellos es el tipo de sustrato geológico por el cual transcurre el agua. Así, si el agua ha pasado por terrenos calcáreos, la concentración de sales y otra fuente de iones es el vertido de aguas residuales, tanto urbanas como industriales (Magaña, 2006).

### **2.6.3. Sólidos suspendidos totales**

(Castro, 2021) los sólidos, por otra parte, son aquellos que mantienen forma y volumen constantes gracias a la gran cohesión de sus moléculas. La fase sólida es uno de los cuatro estados de agregación de la materia, junto al líquido, el gaseoso y el plasmático. Los sólidos se dividen en: sólidos no filtrantes o en suspensión, son los sólidos presentes en un agua residual, excepto los solubles y los sólidos en fino estado coloidal.

### **2.6.4. Dureza total**

(Sotil & Flores, 2016) es la medida de la cantidad de cationes multivalentes (con más de una valencia) presentes en el agua. Ya que el calcio y el magnesio son los más



abundantes, se puede considerar que la dureza equivale a la concentración de estos dos por litro de agua, generalmente expresado en mg/l de  $\text{CaCO}_3$ .

Se denominan aguas blandas las que poseen una concentración menor a 50 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  y aguas duras aquellas que tienen concentraciones superiores a 200 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ .

## **2.7. PARÁMETROS ORGÁNICOS**

### **2.7.1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

Es un parámetro que representa la materia orgánica biodegradable. Es la más usada para determinar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Se da cuando ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse a un curso de agua, captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras.

Esta es una medida de la estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral como el hierro, nitritos, amoníaco, sulfuro y cloruros.

### **2.7.2. Demanda química de oxígeno (DQO)**

Es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido, bajo condiciones preestablecidas por la oxidación química de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se usan diferentes oxidantes, como el dicromato potásico o el permanganato potásico. Este ensayo permite medir la cantidad de compuestos orgánicos, sales minerales oxidables (como los sulfuros), ya sean biodegradables (Tiburcio, 2019).



### **2.7.3. Oxígeno disuelto (OD)**

(Roca, 2018) es la medida de la concentración de oxígeno en el agua, usando como referencia el 100% de saturación de oxígeno en el aire.

La cantidad de oxígeno disuelto en agua tiene una gran incidencia en el desarrollo de la vida y de muchos procesos que se dan en el medio acuático. Los organismos vivos necesitan oxígeno para mantener su metabolismo, y su captación se realiza a través de la respiración. Por este motivo, el oxígeno ha sido siempre una medida imprescindible en los estudios de la calidad del agua.

El oxígeno disuelto en agua varía de forma inversamente proporcional a la temperatura, es decir, una mayor temperatura implica una menor concentración de oxígeno disuelto en el agua. Este hecho podría explicar la mayor mortalidad de peces en el verano, ya que las balsas desconectadas que presentan los ríos mediterráneos favorecen un aumento de temperatura y una menor disponibilidad de oxígeno para los organismos que las habitan.

## **2.8. METALES PESADOS**

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo (Berrospi, 2019).

### **2.8.1. Mercurio**

El mercurio es un elemento químico con el símbolo Hg y número atómico 80. En la literatura antigua era designado comúnmente como plata líquida, además su presencia en las aguas se debe principalmente a las actividades antrópicas (minería, etc.), salvo en





algunos lugares que por su propia naturaleza se encuentran depósitos de este mineral. Generalmente es un elemento que no abunda en la corteza terrestre (Rodríguez, 2017).

### **2.8.2. Plomo**

El Plomo es un elemento relativamente de menor importancia en la corteza terrestre, pero está ampliamente distribuida en bajas concentraciones en rocas sedimentarias y suelos no contaminados. Es tóxico para los organismos acuáticos pero el grado de toxicidad varía mucho, según sea las características de la calidad del agua y de las especies bajo estudio (Rodríguez, 2017).

### **2.8.3. Cromo.**

El cromo es uno de los elementos que pueden encontrarse en las aguas contaminadas procedentes de una gran variedad de procesos industriales, mineros, etc. Su toxicidad depende del estado de oxidación y concentración en que se encuentra, siendo de especial importancia la eliminación de cromo hexavalente presente en los sistemas acuáticos, por su reconocido carácter cancerígeno por el que se fijan los objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes en las aguas superficiales continentales. Esto obliga a muchas empresas a aplicar tecnologías de prevención de la contaminación y de recuperación del cromo de sus aguas residuales.

### **2.8.4. Cobre**

Es un elemento altamente distribuido en las cuencas hidrográficas, pero la mayoría de los minerales de cobre son relativamente insolubles debido a que el cobre es absorbido en fase sólida, solo existe en bajas concentraciones en las aguas naturales. Debido a la presencia de sulfuros, el cobre debería ser aún menos soluble en ambientes anóxicos. La presencia de mayor concentración en aguas naturales superficiales puede atribuirse a desechos industriales y/o actividades de minería (Rodríguez, 2017).



## **2.9. RESIDUOS SÓLIDOS**

### **2.9.1. Ley general de residuos sólidos**

La ley que establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

La Ley 27314 se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos.

### **2.9.2. Identificación de contaminación de residuos sólidos**

La contaminación es a gran escala con residuos sólidos y aguas servidas, es por eso que diez municipalidades de la región Puno enfrentan denuncias por contaminación de los ríos y del propio Lago Titicaca, entre los que figuran son: Puno, San Román, Sandia, Azángaro, Huancané Ayaviri, distrito de Acora entre otros.

### **2.9.3. Selección de tipos de residuos sólidos del ámbito**

En el presente documento la información contenida estará relacionada principalmente con los residuos sólidos del ámbito municipal los cuales se considera principalmente a:

- Residuos sólidos del ámbito municipal.
- Residuos de origen domiciliario.
- Residuos de actividades comerciales.



- Residuos del barrido de vías.
- Residuos procedentes de mercados, instituciones públicas y similares.
- Residuos de la jardinería.

#### **2.9.4. Residuos sólidos del ámbito no municipal**

Los residuos sólidos contemplados del ámbito no municipal se resumen en:

- Residuos sólidos de la construcción, desmontes y otros.
- Residuos sólidos industriales, agroindustriales.
- Residuos sólidos de establecimiento de la atención de la salud.
- Residuos sólidos agro veterinarios.
- Residuos sólidos de establecimientos especiales.

#### **2.9.5. Residuos sólidos municipales en la ciudad de Juliaca**

La caracterización de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Juliaca, considera información del “Estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito de Juliaca” realizado por la Municipalidad Provincial de San Román-Juliaca en el año de 2015; en dicho estudio se estima que la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Juliaca fue de 0.536 Kg/hab/día (se considera constante en los 10 años siguientes), con una tasa de crecimiento anual de la población urbana de 1.98% INEI, se calcula una población urbana proyectada al año 2017 de 232 ,951 habitantes, y se obtiene una generación de residuos sólidos domiciliarios de 155.37 Tn/día o 56710.05 Tn/año.

**Tabla N° 1:** Caracterización de los residuos sólidos municipales

Tipo de Generadores	Fuentes de generación	Clases/niveles económicos
Domiciliario	viviendas	Alta, Media, baja
	Establecimientos Comerciales	Bodega, ferretería, panadería, librerías, bazares, cabinas de internet, locutorios, farmacias y boticas, salones de belleza, peluquerías, centro de entretenimientos (cines, discotecas, casinos, entre otros)
	Hoteles	Hostal, hotel, hospedaje
	Mercados	Mayoristas y minoristas
No Domiciliarios	Instituciones Públicas y Privadas	Entidades públicas y privadas, iglesias, bancos, oficinas administrativas.
Domiciliarios	Instituciones Educativas	Colegios, universidades, institutos, academias.
	Restaurantes	Chifa, cevicherías, picanterías, establecimientos de comida rápida, bares.
	Barrida y limpieza	Servicios de barrido y limpieza de calles
Especiales	Centro veterinario lubricentro	

Fuente: R.M. N° 457-2018 Guía de ECRSM-MINAM.

Crecimiento poblacional de la ciudad de Juliaca

**Tabla N° 2:** Censo poblacional y vivienda 2007-2017

CENSO	POBLACIÓN		
	URBANA	RURAL	TOTAL
2007	216,716	8,430	225,146
<b>2017</b>	<b>217,743</b>	<b>217,983</b>	<b>228,725</b>

Fuente: Censo poblacional y vivienda (2007-2017).



## 2.10. MARCO LEGAL

El estudio se ha elaborado teniendo en cuenta los siguientes dispositivos legales vigentes y que son aplicables a la calidad del agua.

Constitución Política del Perú, 1993.

En el artículo 2, inciso 22, indica que: Todas las personas tenemos derecho de gozar de un ambiente y adecuado para el desarrollo de la vida.

El artículo 67 establece que el estado es responsable de gestionar el uso sostenible de los recursos naturales y se determina la Política Nacional del Ambiente del país.

Ley N° 28611 - Ley General del Medio Ambiente en Perú, 2005.

El artículo 66 indica “La prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental”.

El artículo 90 menciona que el Estado a través de la gestión integrada del recurso hídrico promueve y controla el aprovechamiento sostenible del agua, provee la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales y económicos; promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico.

El artículo 113 promueve que “Todas personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes”.

El artículo 133 indica que “La vigilancia y el monitoreo ambiental tienen como fin generar la información que permita orientar la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental”

Ley N° 29338: Ley General de Recursos Hídricos.



El artículo 75 se menciona que “La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta”.

El artículo 76 indica que La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, es responsable de controlar, supervisar y fiscalizar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua y establecer medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes que estén asociados a esta. Además, se debe vigilar y fiscalizar las disposiciones y programas a implementarse establecidos por autoridad del ambiente.

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

Esta norma tiene por objeto acopiar las disposiciones aprobadas por el D.S. N° 002-2008- MINAM, el D.S. N° 023-2009-MINAM y el D.S. N° 015-2015-MINAM, dónde aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo integrado. Establece precisiones para aplicar los ECAs sobre cuatro categorías y sub categorías.

#### Ley N° 27314: “Ley General de Residuos Sólidos”.



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3. CARACTERÍSTICAS DE ÁREA DE ESTUDIO

##### 3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

En el ámbito de estudio, la zona de confluencia de los ríos Coata y Torococha en el distrito de Caracoto no cuentan con los servicios básicos de saneamiento de agua potable e instalación domiciliaria de desagüe, por tal motivo los pobladores se ven obligados a utilizar el agua superficial para bebida de sus animales pecuarios, ocasionándoles infecciones y mortandad; así mismo, utilizan el agua subterránea sin tratamiento para sus actividades y necesidades, trayendo como consecuencia efectos a su salud.

Así mismo también se pudo evidenciar que a pesar de la real importancia del cuidado ambiental de la zona de confluencia de los ríos, aún hay falta de conciencia de la población, las autoridades, ya que no realizan medidas de prevención o contingencia

Es por ello que en esta oportunidad abordaremos prioritariamente la contaminación del agua, el ser humano es el principal causante, las fuentes naturales de agua que tenemos son: el agua de lluvias, ríos, lagos, mares y aguas subterráneas, Desde siempre el hombre ha volcado desechos en las aguas, tal y como lo observamos en nuestro río Torococha que atraviesa nuestra ciudad de extremo a extremo.

Como todos sabemos el agua es esencial para la vida. Sin agua los seres vivos no podríamos existir. Pero el ser humano se ha empeñado en contaminarla. Las sustancias como los residuos químicos, gasolinas o petróleos pueden contaminar el agua de la superficie y el suelo cuando se mezclan en alguna de las etapas del ciclo del agua.

### 3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, tipo descriptivo y experimental en el cual se determinó la concentración de los metales pesados y materia orgánica en la confluencia de los ríos Torococha y Coata, los cuales fueron comparados con los estándares de calidad.

#### 3.2.1. VARIABLES E INDICADORES

En los puntos de muestreo se evaluó las siguientes variables:

##### Variable Independiente

- Evaluación de la concentración de materia orgánica y metales pesados

##### Variable Dependiente

- Efluentes de los ríos Torococha y Coata

**Tabla N° 3:** Operacionalización de variables

	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente	Evaluación de la concentración de carga orgánica y metales pesados	Concentración	- Conductividad eléctrica - DBO - DQO - Coliformes - mg/l - Cloruros - Fluoruros
		Metales Pesados	- Arsénico - Cadmio - Mercurio - Cobre - Plomo - Cromo - Zinc
		Toxicidad	- Metales pesados - Medio ambiente - Se mide en mg/l
Dependiente	Efluentes de los ríos Torococha y Coata	Agua	- Propiedades - Calidad - Contaminación - Presencia de metales



---

Confluencia de los ríos - Agua  
- Contaminación

---

Fuente: elaboración propia, 2022

### 3.3. MATERIALES

#### 3.3.1. Equipos y materiales para el procesamiento

Los materiales y equipos que fueron utilizados en el presente estudio fueron:

**Tabla N° 4:** Materiales y equipos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
GPS (Garmin).	01
Brújula (Brunton).	01
Botellas de vidrio.	06
Libreta de campo.	01
Cámara fotográfica.	01
Ph metro.	01
Computadora personal (Laptop)	01
Alcohol	01
Otros (EPPS)	01

#### 3.3.2. Información cartográfica

Material cartográfico: cartografía nacional oficial, a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional; mapas de usos de aguas; mapas de capacidad de uso mayor y de vegetación, a escala 1:25 000, de la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GORE Puno).

Imágenes satelitales: Landsat TM y Google Earth, como apoyo visual para la elaboración y corrección de mapas temáticos.



Software de análisis espacial: Arcgis 10.2 y sus extensiones; también, se empleó el QGIS y Map Source v. 6.0. Información de calidad de agua: informes de ensayo e informes técnicos presentados a la Autoridad Nacional del Agua, por la Autoridad Autónoma del Lago Titicaca.

### **3.3.3. Generación de información topográfica**

La información existente de curvas de nivel a escala 1:100 000, presentaba zonas no cubiertas (vacíos de información), por lo que fue necesario generar curvas de nivel a menor escala (1:25 000); para ello, se utilizó el método de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted) que también fue empleado por la ANA (2017)

Se emplearon las imágenes satelitales Landsat y Google Earth a fin de identificar, de manera precisa, las cuencas de interés con la data topográfica existente y generada utilizando el Arcgis y Gis.

### **3.3.4. Información meteorológica**

La información corresponde a la precipitación total mensual, temperatura máxima, mínima y media mensual, humedad relativa y evaporación de las estaciones que se encuentran dentro y fuera de las cuencas en estudio muestra la red de estaciones meteorológicas para las cuencas en estudio administradas por el SENAMHI el 100% se encuentran en condiciones operativas.

## **3.4. METODOLOGÍA**

### **3.4.1. Recopilación y análisis de información existente**

En esta etapa se recopiló información que fue sistematizada digitalizada y analizada según el tipo y características.

### 3.4.2. Determinación de los puntos de muestreo

Para la determinación de los puntos de muestreo se han determinado (03) puntos estratégicos M1-M2-M3.

### 3.4.3. Identificación y delimitación de unidades hidrográficas



Figura N° 4: Delimitación de cuenca hidrográfica



**Figura N° 5:** Imagen satelital de río Torococha y Coata

#### **3.4.4. Análisis de principales parámetros físico químicos**

##### **a) Análisis pH**

Un valor pH de menos de 7 significa que es más ácida y un valor del pH de más de 7 significa que es más alcalina. En el campo de la medicina, tener un pH apropiado en la sangre y otros líquidos del cuerpo es importante para el buen funcionamiento del cuerpo.

En el presente estudio realizado las muestras obtenidas dan como resultado valores de pH: 7.9, 8, 7.8, y de acuerdo a la escala es neutro.

##### **b) Sólidos suspendidos totales**

Los resultados de las muestras analizadas M3 Y M1 de los sólidos suspendidos totales no sobrepasan los límites máximos permisibles que estable el decreto supremo N 004- 2017-MINAM mientras que en la muestra M2, es de 29 mg/l, sobrepasa los límites máximos permisibles.



**c) Análisis demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)**

Es un parámetro que representa la materia orgánica biodegradable. Es la más usada para determinar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Se da cuando ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse a un curso de agua, captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras.

**d) Análisis Coliformes Totales (CF)**

Es un procedimiento mediante el cual, una reacción negativa excluye la presencia del grupo coliforme, mientras que una reacción positiva indica su presencia inequívoca. Deben someterse a esta prueba todos los tubos que hayan resultado positivos en la prueba presuntiva.

**e) Nivel de la contaminación bacteriana**

La contaminación bacteriana está determinada por la concentración de coliformes fecales y escherichia coli. El grado de riesgo para la salud se determina por el nivel de contaminación bacteriana.

**f) Conductividad**

De acuerdo con la evaluación de campo realizado, la conductividad en las muestras M1-M2-M3, presentan valores promedios de 1627 uS/cm que no sobrepasa los límites máximos permisibles del decreto supremo 004-2017 MINAM.



**Tabla N° 5:** Nivel de contaminación

<b>Recuentos (ufc/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Nivel</b>
0-100	Limpio
101-140	Aceptable
141-200	Contaminado
>201	Muy contaminado

---

Fuente: Informe N° 0010-2016-GR PUNO-SGDNC



## CAPITULO IV

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1. UBICACIÓN

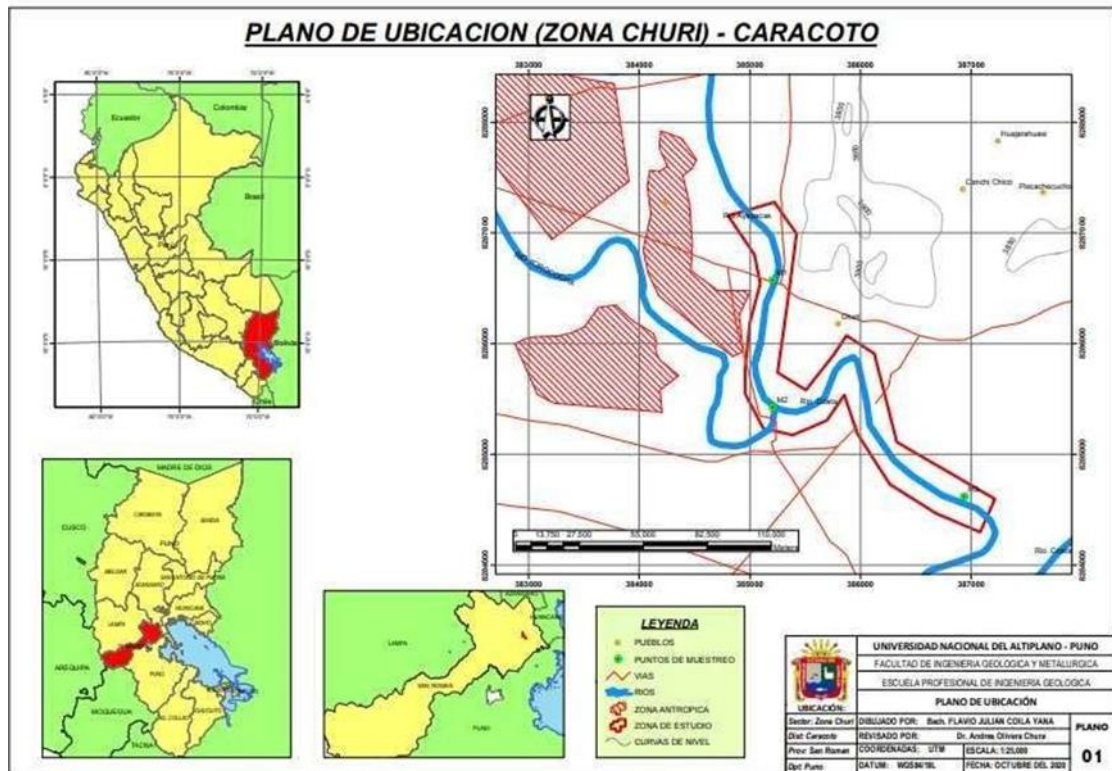
##### 4.1.1. Ubicación zona de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Distrito de Caracoto, Provincia de San Román, Región de Puno. A una distancia promedio de 40.0 Km. de la ciudad de Puno y a 15.0 Km. de la ciudad de Juliaca. El área de influencia del proyecto está comprendida entre altitudes que varían entre 3,825 msnm. Coordenadas: E 385208 y N: 8286568.

**Tabla N° 6:** Ubicación

UBICACIÓN		TIPO DE VÍA
DEPARTAMENTO	Puno	Aérea-Carretera Asfaltada
PROVINCIA	San Román	Carretera Asfaltada
DISTRITO	Caracoto	Carretera Asfaltada
PARAJE	Churi	Trocha Carrozable

#### 4.1.2. Plano de Ubicación Zona Churi



**Figura N° 6:** Ubicación de la zona de estudio

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3. Ubicación de coordenadas UTM Puntos de Muestreo

**Tabla N° 7:** Ubicación de coordenadas puntos de muestreo.

ID	N	E
M1	8286568	385208
M2	8285426	385206
M3	8284632	386864

#### 4.1.4. Accesibilidad

Transporte Aéreo Lima-Juliaca, para luego tomar la vía terrestre que une Juliaca Puno y Puno-Juliaca.



El recorrido en camioneta de Juliaca a Caracoto, toma un tiempo aproximado de 20 min sobre una vía completamente asfaltada.

**Tabla N° 8:** Accesibilidad vial

TRAMO1	DISTANCIA(KM)	TIPO DE VÍA
Lima – Juliaca	1030	Aérea
Juliaca – Puno	40	Carretera Asfaltada
Juliaca - cuenca Coata	15	Carretera Asfaltada
Juliaca – rio Coata	10	Carretera Trocha

---

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.5. Clima y meteorología**

##### **4.1.5.1. Clima**

La zona presenta un clima de acuerdo con la estación del año, siendo cálido húmedo en verano, frío y seco en invierno, llegando a una media en verano 16,3° y descendiendo a una media de 5.8° en los meses de invierno, se observa que existe la tendencia a la acumulación de las nieblas.

##### **4.1.5.2. Temperatura**

Las temperaturas mínimas y máximas registradas durante el día y la noche incluyendo las madrugadas. La temperatura máxima corresponde al mes enero con 16.2°C y la mínima de 5.8°C en el mes de junio llegando hasta bajo cero. La misma que se encuentra principalmente en función de la intensidad de la radiación solar.

##### **4.1.5.3. Humedad relativa**

La humedad relativa promedio en los últimos tres años es de 69%.

**Tabla N° 9:** Humedad relativa

ANUAL	año		
	2018	2019	2020
Humedad Relativa (%). Verano	68	69	70
Humedad Relativa (%). Invierno	49	47	50

Fuente: SENAMHI (2019)

#### **4.1.5.4. Precipitaciones**

La precipitación es el depósito de agua en la superficie de la Tierra, en forma de lluvia, nieve, hielo, granizo y rocío. Todos los valores de precipitación se expresan en milímetros (mm) de líquido equivalente de agua para el intervalo de tiempo. Un milímetro de lluvia corresponde a 1 litro de agua por metro cuadrado de superficie, de 10 mm de nieve.

#### **4.1.5.5. Vientos**

Los vientos prevalecientes durante todo el año son los denominados vientos débiles y brisa marina provenientes del atlántico en los meses de julio y agosto la velocidad es de 3 m/s, así mismo la dirección de los vientos es de NO y durante el día los vientos son más débiles tranquilos, pero en la tarde el viento es muy fuerte.

#### **4.1.5.6. Nubosidad insolación**

El tipo de nubosidad en la zona de estudio es principalmente de nieblas durante el invierno en las horas de sol diario en promedio fluctúan entre una hora en verano y menos de una hora de invierno.

El verano se presentan coberturas parciales por estratos y en horas de la mañana invasión de nubosidad total en la zona.



#### **4.1.6. Componente físico**

##### **4.1.6.1. Topografía y fisiografía**

Planicies de erosión y las depresiones aluviales están conformadas con materiales como arena, arcilla, limos y gravas. Los suelos superficiales con pendientes moderadamente escarpadas en las morrenas laterales están bien drenados. La existencia de rocas sobre las gravas es común en la zona los suelos sufren una erosión laminar.

##### **4.1.6.2. Drenaje**

Se refiere a la red natural de transporte gravitacional de agua, sedimento o contaminantes, formada por ríos, lagos y flujos subterráneos, alimentados por la lluvia o la nieve fundida. La mayor parte de esta agua no cae directamente en los cauces fluviales y los lagos, sino que se infiltra en el suelo (capa superior no consolidada del terreno) y desde este se filtra al canal fluvial (escorrentía) y constituye arroyos.

##### **4.1.6.3. Vegetación y fauna**

La flora y fauna son el recurso biótico que sustenta un ecosistema. La flora agrupa todo lo que comprende el reino vegetal, mientras que la fauna se refiere a todo aquello que involucra al reino animal.

#### **4.1.7. Geología Local**

##### **4.1.7.1. MESOZOICO**

###### **Formación Ayabacas (Kis - ay)**

La Formación Ayabacas aflora en el lado Este y Noreste de la ciudad de Juliaca, en los alrededores de las localidades de Ayabacas, Canchi chico, sobre yace en discordancia a la formación Huancané, litológicamente consiste en la base de areniscas y limolitas rojas calcáreas.



La formación también está conformada por calizas de grano fino de color gris con una estratificación regular y de aspecto caótico, parcialmente bioturbada e intemperizada en el lugar de Churi.

Las calizas a lo largo de la zona también se presentan deformadas y dispuestas caóticamente dentro de una matriz de limolitas rojas, como resultado de deslizamientos sedimentarios, donde la proporción de calizas puede variar según el afloramiento de la zona de estudio.

#### **4.1.7.2. CENOZOICO**

##### **Grupo Puno (P-pu)**

Los afloramientos del grupo Puno se observan en las comunidades de Chingora, Sara y alrededores de Ayabacas, Canchi chico su litología consiste en estratos gruesos de conglomerados comunes polimícticos, los granos de cuarzo son típicamente monocristalinos angular a subredondeados, con estructuras de canales entrelazadas, que se intercalan con areniscas, lutitas y limolitas.

#### **4.1.7.3. DEPOSITOS CUATERNARIOS**

##### **Depósito de bofedal (Qh- bo)**

Son sedimentos recientes los cuales están conformados por limos y arcillas, las cuales se encuentran saturadas en el agua temporalmente en la época de avenida.

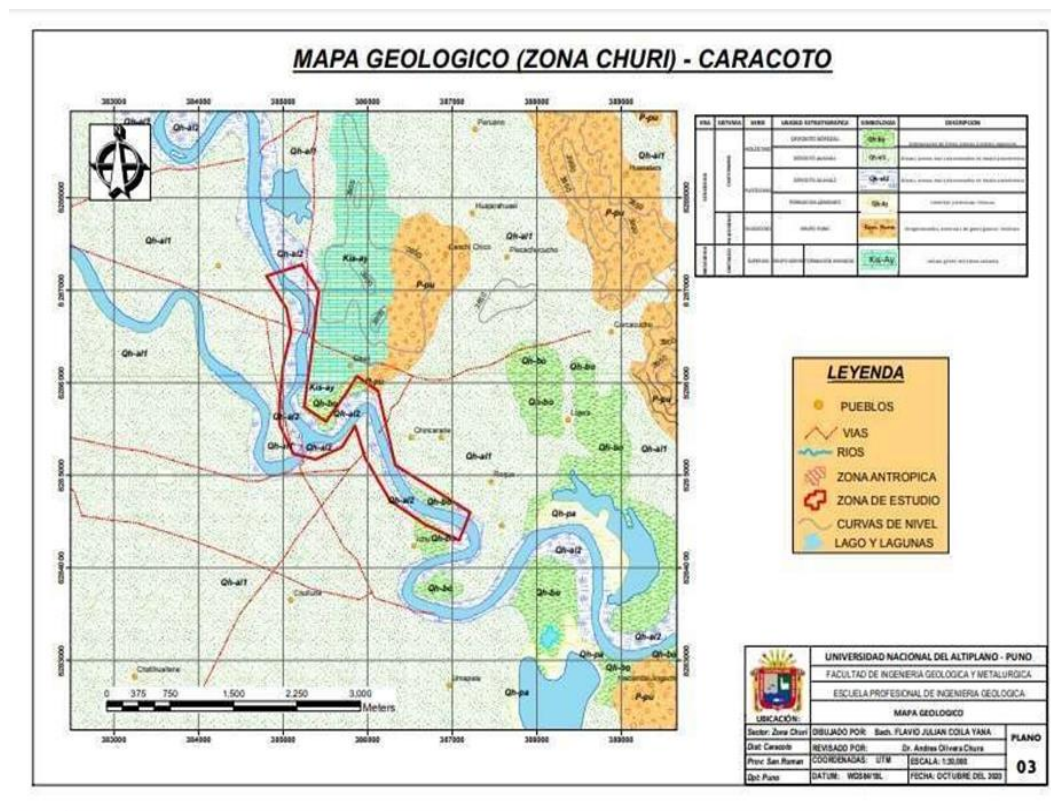
##### **Depósito aluvial 1 (Qh-al1)**

Conformado por sedimentos detríticos de origen aluvial, son materiales transportados y depositados por las aguas del río Coata, el tamaño de los detritos varía desde gravas, arenas mal seleccionados en matriz areno limosa.

## Depósito aluvial 2 (Qh-al2)

Materiales depositados en las depresiones generalmente continentales transportados por las aguas de los ríos. Son depósitos recientes constituidos por arenas limo arcillas.

También se encuentra este tipo de depósitos en las zonas bajas o llanuras y en zonas de poca pendiente, donde forman planicies aluviales con arenas, gravas en matriz limo arcillas.



**Figura N° 7:** Mapa Geológico Litológico  
Fuente: Elaboración propia

### 4.1.8. GEOMORFOLOGIA

La geomorfología regional comprende dos unidades denominados Cordillera Occidental y Altiplano. Dentro de la Unidad Geomorfológica Altiplano, se localiza la Sub Unidad denominada “Depresión Central del Lago Titicaca”.



La Sub Unidad “Depresión Central del lago Titicaca”, se caracteriza por corresponder a una depresión de origen tectónico, que fue rellenada con depósitos del cuaternario reciente. Así que las llamadas planicies o pampas son llanuras aluviales producidas por el relleno de cuencas relativamente cerradas de fondos irregulares.

Los diferentes aspectos geomorfológicos, geo formas que se presentan se deben a procesos endógenos y exógenos.

#### **4.1.8.1. COLINAS BAJAS**

Esta unidad se forma en las partes más bajas, litológicamente está constituido por rocas sedimentarias como calizas y areniscas correspondientes principalmente a las formaciones geológicas formación Ayabacas y Grupo Puno, así como depósitos cuaternarios

De igual manera actualmente muchas de estas áreas están dedicadas a la agricultura, existiendo también áreas dedicadas al sobrepastoreo, los cuales traen como consecuencia el origen de erosión muy acelerada

#### **4.1.8.2. COLINAS MEDIAS**

Esta unidad se encuentra en las zonas medias, se han identificado rocas sedimentarias como la formación Ayabacas y Grupo Puno, como areniscas y calizas de color gris en la zona de estudio, por lo que también la zona se presenta estructuralmente plegada y afectada por proceso de denudación y proceso de erosivo localizados en la zona de estudio Churi distrito de Caracoto

#### **4.1.8.1. LLANURA ALUVIAL (Qh-al1)**

Corresponde al lecho de los ríos, zonas que se encuentran en contacto directo con el rio generalmente es extenso y de fondo casi plano.

Es susceptible a inundación son acumulaciones de depósitos sedimentarios holocenos, producto de la erosión y transporte del agua en periodos de enero al alrededor del rio donde el espacio es permisible y son ocupados por cultivos.

#### 4.1.8.2. LLANURA ALUVIAL (Qh-al2)

Especialmente se localizan en las riberas de los ríos son originadas por depósitos holocénicos transportados por los ríos, producto de procesos externos dinámicos como deslizamientos, flujos y de la erosión misma que ocurre en la parte alta del cerro donde se origina el cauce de los ríos.

#### 4.1.8.3. BOFEDAL(Qh-bo)

Estos son compuestos por material hidromórfico fango arcilloso con material orgánico.

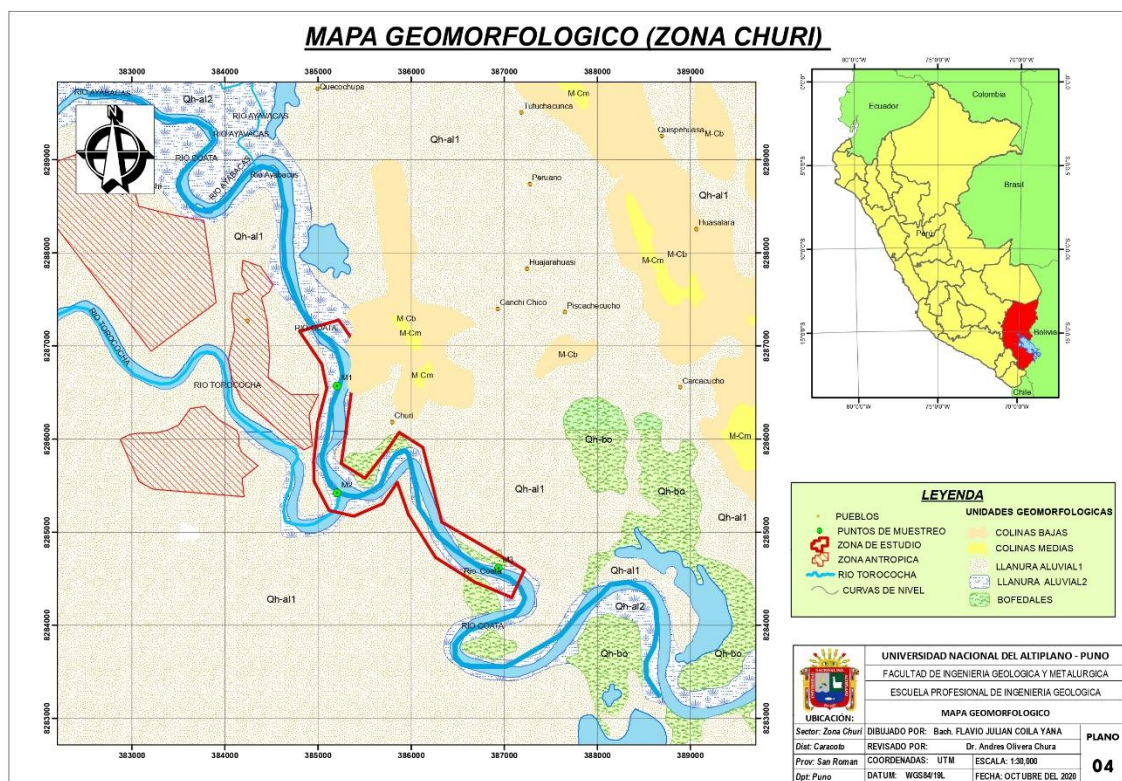


Figura N° 8: Mapa Geomorfológico

Fuente: Elaboración propia



#### **4.1.9. Caracterización área de estudio**

##### **4.1.9.1. Caracterización de las aguas residuales**

El daño a una cuenca hídrica suele relacionarse por la evidente pérdida de la biodiversidad en el ecosistema acuático determinado, afectando a la calidad de vida de los individuos allí residentes, e inclusive precipitando la muerte masiva de los mismos, en casos de intoxicaciones agudas.

Eso sin contar con algunos de los principales contaminantes de los ríos, tales como: agentes infecciosos que causan trastornos gastrointestinales; aguas residuales y otros residuos que tienden a demandar oxígeno; productos químicos y nutrientes vegetales.

(Mora et al., 2021) considera dos tipos de fuentes de contaminación, naturales y Antropogénicas; dentro de las naturales, cita al mercurio que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre y que contamina en mayor grado, que el mercurio que procede de la actividad humana; similar es el caso de los hidrocarburos y otros compuestos. La contaminación natural, generalmente, ocurre de forma muy dispersa, excepto en algunos lugares específicos. La contaminación de origen antrópico se debe a cuatro principales focos de contaminación (industria, vertidos urbanos, navegación y ganadería – agricultura).

La contaminación proveniente de la basura la flora y fauna son el recurso biótico que sustenta un ecosistema. La flora agrupa todo lo que comprende el reino vegetal, mientras que la fauna se refiere a todo aquello que involucra al reino animal. y la contaminación minera generan la contaminación de ríos, también la desaparición de especies de flora y fauna, lo que motiva gran preocupación. Los principales afectados son las personas que viven al margen de estos ríos, en el caso minero cabe mencionar, que,



en la región de Puno, varias empresas mineras han atentado flagrantemente contra la naturaleza, algunos ejemplos de contaminación causan de la actividad extractiva se pudo comprobar en el río Ramis y recientemente en el río Suches.

#### **4.1.9.2. Caracterización influencia de aguas residuales de Torococha**

El río Torococha es considerado como un río menor por su longitud y caudal, según estudios realizados por el PELT y SEDA-JULIACA se ha detectado un elevado grado de contaminación de residuos sólidos, el vertimiento de aguas servidas, como los recursos de la naturaleza en el área está perdiendo un valioso elemento de diversidad natural, la población del área rural de la ciudades generamos la contaminación con enormes potenciales de basuras entre otros esto con el transcurrir del tiempo el deterioro del agua va en avance. Así como las conexiones clandestinas del agua abajo del puente San Isidro, esto ocurre en todo el recorrido desde el inicio y con mayor frecuencia desde la laguna temporal hasta la desembocadura al río Coata.



**Figura N° 9:** Conexiones clandestinas aguas residuales



#### **4.1.9.3. Comportamiento de la problemática a nivel del ámbito de estudio**

El río Torococha es uno de los principales canales donde desembocan las aguas servidas generadas por la población de Juliaca, convirtiéndose en un grave problema ambiental para los pobladores de esa localidad. Frente a ello la única alternativa es el techado de por lo menos unos 740 metros del canal (desde la Circunvalación hasta el jirón los Incas), sin embargo, las autoridades deslindan responsabilidades. En su oportunidad la Gerencia de Servicios Públicos de la Municipalidad de San Román, acuso al Gobierno Regional de incumplir con el techado del antiguo río mencionando que “A nosotros sólo nos compete la limpieza de las riberas y eso lo estamos haciendo cada dos meses, en la última oportunidad sacamos más de 24 toneladas de basura”, a lo cual el Gerente General de la entidad regional recordó que el proyecto de evacuación de aguas pluviales de Juliaca, donde se contempla el techado de Torococha, fue desarrollado por su representada en el 2007 y antes de ser ejecutado fue cedido a la comuna san romina, a pedido de su alcalde, David Mamani Paricahua.

## **4.2. RESIDUOS SÓLIDOS**

### **4.2.1. Caracterización de residuos sólidos**

En el año de 1961, la ciudad de Juliaca tenía 26351 habitantes, al año 2017, según el INEI, esta localidad tiene 307417 habitantes, los días lunes de feria semanal es aproximadamente 500000 personas. Sin embargo, los servicios de limpieza o gestión de residuos sólidos actualmente se han convertido en uno de los problemas más críticos, debido a que el Estado no ha podido resolver de manera adecuada, generando conflictos socio ambiental, de gobernabilidad, y de salud en las personas.



**Figura N° 10:** La contaminación de residuos sólidos del río Torococha Juliaca

#### 4.2.2. Gestión de residuos sólidos

La gestión de residuos sólidos urbanos es uno de los mayores problemas ambientales a los que se enfrentan las ciudades en el ámbito mundial, a lo largo de la historia, el primer problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, pues su procedencia es más evidente que otro tipo de residuos y su proximidad resulta molesta.

La sociedad solucionó este problema quitándolo de la vista, arrojándolo a las afueras de las ciudades, causes de los ríos o en el mar, u ocultándolos mediante enterramiento. El crecimiento acelerado de la población en los últimos años, así como el proceso de industrialización, han aumentado la generación de residuos sólidos.

**Tabla N° 10:** Estudio de caracterización de la Provincia de San Román

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN				
DISTRITO	AÑO	POBLACIÓN	Generación de RRSS no domiciliarios Tn/año	Generación de RRSS municipales Tn/año



<b>JULIACA</b>	2017	289962	56728,17	18973,52
<b>SAN MIGUEL</b>	2018	295703	58429,90	19542,69
<b>CABANILLAS</b>	2019	301558	59586,81	19929,63
<b>CABANA</b>	2020	307529	60766,63	20324,24

Fuente: Estudio de Caracterización de la Provincia de San Román.

#### **4.2.3. Análisis de residuos sólidos municipales**

En la ciudad de Juliaca, el 29,78% de los residuos sólidos son de procedencia no orgánica, como papel, cartón, plástico de los cuales el 20% son re aprovechables para el mercado del reciclaje; se puede apreciar que el año 2027, de un total de 93020,14 Tn de residuos generados, 27701,4 Tn son residuos no orgánicos, luego 5540,3 Tn son residuos no orgánicos reaprovechados, que tendrían como destino el mercado de reciclaje de Arequipa.

Los residuos sólidos no orgánicos no re aprovechables que representan el 27,83% del total de residuos sólidos municipales generados en la ciudad de Juliaca, deberán ser destinados a un relleno sanitario. No obstante que sólo el 7,6% de los residuos sólidos municipales del interior del Perú en el año de 2015, conforme al Ministerio del Ambiente (2017), son destinados a rellenos sanitarios, con lo cual en la presente investigación podría ser un ejemplo de la solución al problema de la gestión de residuos sólidos municipales.

De los residuos sólidos orgánicos se pueden obtener, compost, humus, etc. En la presente investigación hemos elegido el compost, debido a que su aprovechamiento es realizable siempre, económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente. estos residuos orgánicos se incorporan a la estructura del suelo, de los microorganismos y de las plantas causando beneficios ambientales, sociales, económicos y de salubridad al entorno; esta alternativa es la más usada debido a que permite tratar grandes cantidades de residuos, siendo el caso de la generación de los residuos sólidos urbanos

#### 4.2.4. La recolección y disposición final de residuos sólidos

Es un verdadero problema urbano y ambiental, contribuyendo a ello los patrones de comportamiento de la población, que arroja basura a la vía pública o forma “botaderos” informales en ciertos sectores de la ciudad, como algunos cerros, los cauces de los ríos y las vías de mayor importancia. También contribuye la gran presencia de actividades comerciales en casi todas las calles centrales de Juliaca, ya sea en plataformas comerciales o en la vía pública, acumulando grandes cantidades de basura en las vías públicas al término de sus actividades diarias. La recolección de basura en el área urbana es efectuada por el equipo de limpieza de vías y espacios públicos; equipo de recolección domiciliaria; Promotores de Educación Ambiental; equipo de mantenimiento de mobiliario urbano;

Vehículos recolectores motorizados; Carretas de cilindro; Ecotrici los cuales se distribuyen en las zonas norte y centro de la ciudad, distribuidos en 86 puntos de recojo en botaderos. La producción per cápita 0.52 Kg/hab./día. Producción total estimada de basura (2003) 119.2 TN/día del cual se el promedio de basura recolectada es de 71.6 TN/día con un déficit de recolección (se estima que es depositada en calles, carreteras, cauces de ríos y cerros) 37.6 TN/día los cuales irán a parar una proporción a las riberas del río Torococha.

**Tabla N° 11:** Identificación de principales agentes contaminantes

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN				
DISTRITO	POBLACIÓN SEGÚN INEI 2017	PRODUCCIÓN PERCAPITA Kg/día/hab	GENERACIÓN ESTIMADA (Tn/año)	GENERACIÓN ESTIMADA (Tn/año)
JULIACA	292381	0.69	202171.80	202.17
SAN MIGUEL	1996	0.61	1220.07	1.22
CABANILLAS	2640	0.37	980.54	0.98



CABANA	989	0.36	359.47	0.36
CARACOTO	908	0.32	292.55	0.29

Fuente: Estudio de Caracterización de la Provincia de San Román (2017).

#### 4.2.5. Tratamiento de residuos sólidos urbanos

El fuerte incremento que ha experimentado la producción de residuos sólidos, en las últimas décadas, los ha convertido en uno de los mayores problemas con los que se enfrenta todas las ciudades y gobiernos regionales. Por otra parte, el aumento de la conciencia ambiental de la sociedad Juliaqueña, junto a la progresiva adopción de las normas ambientales, han obligado a modificar las prácticas anteriores, adoptándose para ello políticas cada vez más estrictas.

De este modo, la legislación reciente intenta, por un lado, frenar la producción de residuos sólidos y por otro lado ponerlos en valor estimulando su reutilización o reciclado. Esto último se ve facilitado por el desarrollo de nuevas técnicas, que hacen rentables la reutilización de buena parte de lo hasta hace poco se consideraban residuos sin valor.

La recogida selectiva de los residuos sólidos, que tiende a generalizarse, facilita su tratamiento y puesta en valor, de este modo y dependiendo de su naturaleza pueden ser enviados a distintos tipos de instalaciones.

Plantas de reciclaje y/o compostaje, que permiten recuperar ciertos materiales (como papel, cartón, vidrio, plástico o metales) para su reaprovechamiento, y transformar la materia orgánica en compost un abono orgánico para la agricultura.

Plantas incineradoras en las que los residuos sólidos son incinerados en hornos especialmente adaptados pueda ser el resultado en otro producto que se puede utilizarse.

Es que no todos los peruanos están comprometidos con el reciclaje, que debería de ser una prioridad. Nuestro futuro depende de esto.



### 4.3. METODOLOGÍA DE MUESTREO

#### 4.3.1. Identificación de sitio de la toma de muestra

Para la presente investigación se hizo un mapa de diseño de los puntos de muestreo en el ámbito de estudio, para así controlar los parámetros fisicoquímicos y su análisis químico respectivo por metales pesados.

**Rotulado de las muestras:** Es conveniente rotular los envases antes de iniciar el muestreo, ya que se cuenta con mejores condiciones de higiene. Es fundamental asegurarse que el rótulo sea seguro (que no se borre, se pierda o se destruya durante el traslado de la muestra), que la identificación sea unívoca, inequívoca, para evitar que se pierda la trazabilidad de las muestras, y lo más sencilla posible (recordar que toda la información requerida se volcará en la Planilla de registro).

#### 4.3.2. Metodología de muestreo

La recolección de las muestras es un punto importante en el procedimiento de la evaluación de la calidad del agua. En la zona se recolectaron 03 muestras de agua para el análisis: físico químico, estas muestras se recolectaron entre las 10.00 am y 16.30 pm. Para llenar el frasco con la muestra, se debe de sumergir hasta 50 cm.

Se realizó con bastante cuidado teniendo presente el protocolo correspondiente, el muestreo se realizó en zonas de mayor contaminación, evitando la remoción de sedimentos, la toma de muestra se realizó en recipientes de vidrio.



**Figura N° 11:** Recolecciones de muestras

#### **4.3.3. Almacenamiento de muestras**

El acondicionamiento de las muestras dependerá del objetivo del muestreo. En general, para análisis físico-químico puede ser necesario acondicionarlas con conservadores de frío, ya que algunas especies químicas (nitratos, sulfatos) pueden sufrir transformaciones por acción microbiana. También deben mantenerse al resguardo de la luz, procurando enviarlas lo más rápido posible al laboratorio. En el caso de análisis microbiológico es indispensable que la muestra se mantenga refrigerada hasta su arribo al laboratorio, ya que tanto las temperaturas mayores a 6°C como la luz provocan la multiplicación de los microorganismos e invalidan la muestra dado que los resultados no reflejarán la realidad. Siempre es conveniente tomar la muestra y transportarla los primeros días de la semana, previendo feriados o días no laborables, ya que, si se requiriera análisis microbiológico, una vez en el Laboratorio son necesarias por los menos 48 hs. para realizar los cultivos. En cualquier caso, debe evitarse el congelamiento de la muestra (el lugar correcto para conservar las muestras que no se hayan podido entregar al laboratorio es en la parte inferior de una heladera común).



#### 4.3.4. Análisis del agua en el laboratorio

Los exámenes de laboratorio se realizó de las tres muestras tomadas en el campo para la determinación específicamente los parámetros químicos, estas muestras fueron trasladados del punto de muestreo al laboratorio y almacenados en baja temperatura en un tiempo menor posible para que no sufra mayores cambios en su naturalidad.



**Figura N° 12:** Proceso de laboratorio

#### 4.4. FASE GABINETE

##### 4.4.1. Almacenamiento de muestra

Los exámenes de laboratorio se realizó de las tres muestras tomadas en el campo para la determinación del análisis químico de las aguas del río Torococha y Coata, los cuales fueron tomados cumpliendo los protocolos de muestreo, para así evitar su contaminación.

Para reducir al máximo la posible volatilización o biodegradación entre la toma de la muestra y el análisis, se ha mantenido la muestra a menor temperatura posible, sin que llegue a congelarse a 4 °C de Temperatura. Para que lleguen en excelentes condiciones al Laboratorio BIOS INACAL Arequipa, para su posterior análisis.



**Figura N° 13:** Equipo de refrigeración

#### **4.4.2. Análisis de parámetros físico químico del agua**

El agua es el medio en el que se producen la mayoría de las reacciones físicas químicas y bioquímicas que son fundamentales para la vida.

Los exámenes de laboratorio se realizó de las tres muestras tomadas en el campo para la determinación específicamente los parámetros químicos y bacteriológico, estas muestras fueron trasladados del punto de muestreo al laboratorio y almacenados en baja temperatura en un tiempo menor posible para que no sufra mayores cambios en su naturalidad.

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

##### 5.1.1. Zona de estudio

##### 5.1.1.1. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica de los puntos de muestreo de aguas se detalla en la siguiente tabla de coordenadas geográficas.

**Tabla N° 12:** Ubicación geográfica

COORDENADAS DEL ÁREA INVESTIGACIÓN RIO TOROCOCHA Y COATA		
PUNTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM	
	ESTE	NORTE
M1	385208	8286568
M2	385206	8285426
M3	386864	8284632

##### 5.1.1.2. Hidrografía de área de estudio

La tasa de crecimiento poblacional urbana de Juliaca es considerable, la presencia de agua servidas y residuos sólidos ha incrementado, todas las conexiones son drenadas a la cuenca del rio Torococha, los aportes del rio se incluye a la cuenca Coata todas estas aguas son de uso doméstico. Según información de la Autoridad Nacional del Agua y otras Instituciones correspondientes ya existe informes, sobre la cuenca del río Coata (Caracoto) existen alrededor de miles de familias asentadas a lo largo del lecho de la cuenca, en la zona actualmente no cuenta con servicios básicos como agua y desagüe.



**Figura N° 14:** Cuenca del rio Torococha

#### **5.1.1.2.1. Características ambientales de la cuenca de Coata zona de Churi.**

Toda política ambiental debe partir de información científica de calidad, sostenida en indicadores relevantes y confiables. Esa es una de las funciones de la Dirección General de Investigación e Información Ambiental: gestionar el conocimiento ambiental. Generar y consolidar información permite el aprovechamiento de los recursos naturales y fomenta el desarrollo sostenible del país.

### **5.2. Nivel de carga orgánica en el agua de la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata Juliaca, San Román Puno**

#### **5.2.1. Antecedentes del estado de los ríos**

El río Torococha, considerado como un río menor por su longitud y caudal, según estudios realizados por el PELT y SEDA-Juliaca se ha detectado un elevado grado de contaminación causada por el arrojado de residuos sólidos a sus cauces, el vertimiento de aguas servidas y el encausamiento de su curso en el área central, perdiéndose para siempre un importante elemento de diversidad natural, con un enorme potencial recreativo y paisajístico dentro de la ciudad, que ya no podrá ser utilizado en beneficio de la población. Estas aguas y sus contaminantes son vertidas en el río Coata (más de 9,000 m<sup>3</sup>al día), que

de por sí ya sufre procesos de deterioro por motivos similares a los ya mencionados: arrojo de residuos sólidos y vertimiento de aguas servidas sin tratamiento, sumándose además el vertido de las aguas tratadas de las Lagunas de Oxidación, a la altura del sector conocido como Chilla que no cuentan con un control de calidad final de aguas y que no tienen la capacidad suficiente para tratar el volumen de aguas servidas producidas por las actividades urbanas.

La contaminación es a gran escala con residuos sólidos y aguas servidas, es por eso que diez municipalidades de la región Puno enfrentan denuncias por contaminación de los ríos y del propio Lago Titicaca, entre lo que figuran Puno, San Román, Sandia, Azángaro, Huancané Ayaviri, distrito de Acora entre otros.

La generación per cápita de residuos sólidos en la región Puno es de 0,540 kg/hab/día, lo que hace un estimado de 687,43 TM/día y 250 911, 06 TM/año, en la cuenca del Lago Titicaca. Sobrepasando la capacidad de recolección de desechos sólidos por parte de los encargados de saneamiento ambiental siendo más del 50% área urbana.

**Tabla N° 13:** Identificación de principales agentes contaminante

<b>AGENTES CONTAMINANTES</b>	<b>TIPO DE CONTAMINACIÓN</b>	<b>CANTIDAD CONTAMINADA</b>
Moradores del Barrio San Santiago	Con basura (orgánica e inorgánica), heces, etc	25%
Vecinos de diferentes barrios	Con basura (orgánica e inorgánica) ellos traen desde sus hogares su basura para echarlo el rio Torococha	40%
Ciudadanía en general	Principalmente con basura inorgánica	5%
Fabricas	Con químicos, desechos inorgánicos y orgánicos	13%

Minería	Relaves mineros	5%
Animales	Heces	12%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>

Fuente: Informe de ANA, Coata (2018).

### 5.2.1.1. Principales resultados del análisis de laboratorio

Se realizó un análisis de laboratorio tomando 3 muestras en diferentes puntos de la confluencia de los ríos, encontrándose lo siguiente:

**Tabla N° 14:** Resultados de laboratorio

DETERMINACIÓN	AGUAS SUPERFICIALES DE RIO COATA			DECRETO SUPREMO N° 004-2017- MINAM	UNIDADES
	M-1	M-2	M-3		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	3.7	98	7.5	10	mg/L
Numeración de Coliformes Termo tolerantes o Fecales	<1.8	49000	2	2000	NMP/100mL
Conductividad	1317	2140	1425	1000	µS/cm
Demanda Química de Oxígeno	19	216	15	10	mg/L
Dureza Total	236.26	300.65	245.36	500	mg/L
pH	8	7.8	7.9	6 a 9	U de pH
Solidos Suspendidos Totales	< 1	29	3	≤ 100	mg/L
Aceites y Grasas	7.4	10.3	< 1.3	5.0	mg/L
Cianuro WAD	<0.01	<0.01	<0.01	0.0052	mg/L
Bicarbonatos	137.95	696.49	356.22	518	mg/L
Oxígeno Disuelto	7.23	2.23	5.23	≥ 5	mg/L

Fuente: Elaboración Propia- Resultados Laboratorio INACAL.

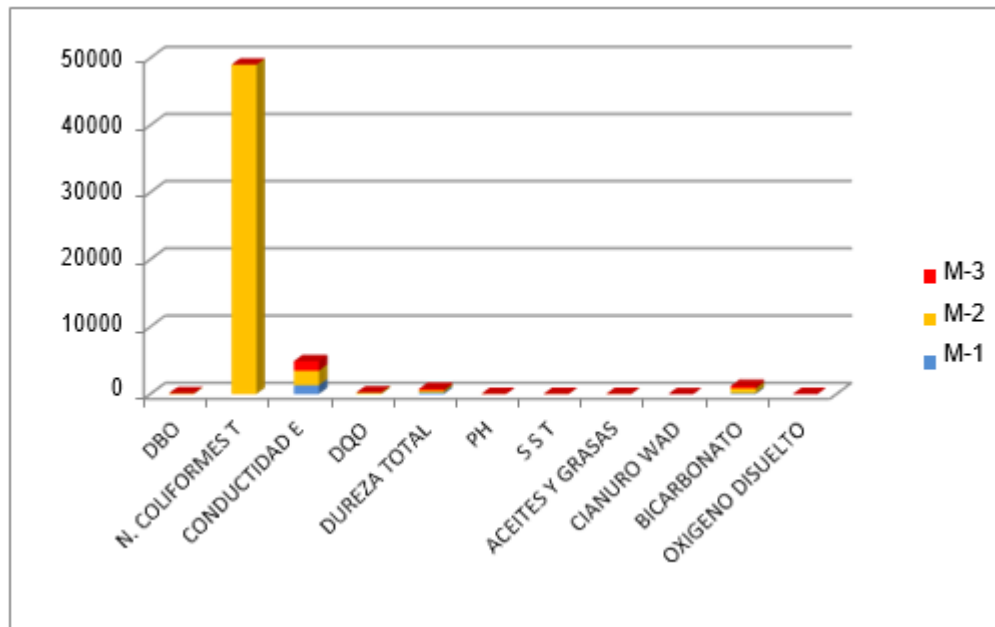
### Abreviaturas

**mg/l** : Miligramos por litro

**µS/cm** : Micro siemens por centímetro

**U de pH** : Unidades de pH

**NMP/100 mL** : Número más probable por 100 mililitros.



**Figura N° 15:** Análisis resultado de laboratorio

Fuente: Elaboración Laboratorio INACAL.

De la tabla se puede observar los resultados de las muestras tomadas y se compararon los LMPs según el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, en el cual se detalla que el nivel de DBO llega a ser mayor a que el LMP, M2 teniendo un máximo de 98 mg/L; la cantidad de coliformes fecales también es mayor a lo permitido, de la misma manera con el nivel de conductividad y DQO, la dureza si se encuentra dentro del rango, así como el pH y los SST; en cambio la cantidad de aceites y grasas superan lo permitido; de esta tabla se concluye que en un análisis orgánico, el río está contaminado, y esto se debe a las aguas residuales provenientes de los pueblos aledaños.

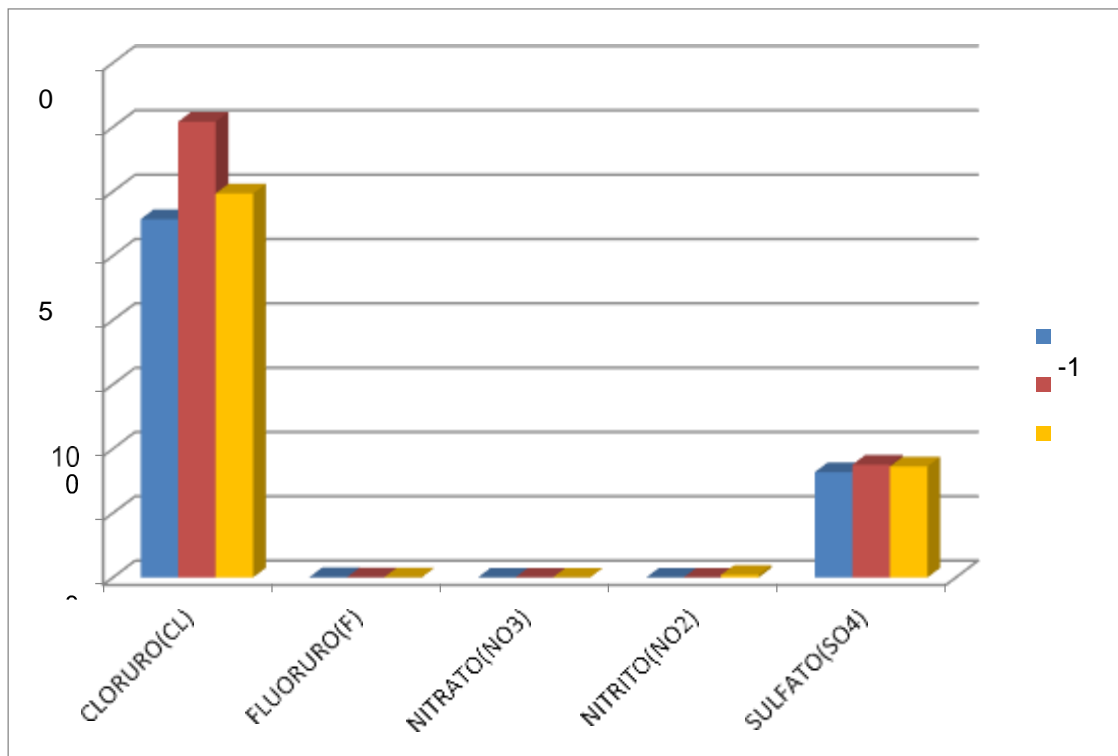
A continuación, se presentan resultados de análisis adicionales de iones y aniones libre.

### 5.2.1.2. Aniones (DS 031)

**Tabla N° 15:** Aniones (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	AGUAS SUPERFICIALES DE RIO COATA			DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	UNIDADES
		M-1	M-2	M-3		
FQ	Cloruros	278.6	354.31	298.54	500	mg/l
FQ	Fluoruros	0.23	0.15	0.18	1.5	mg/l
FQ	Nitratos	<0.3	<0.3	<0.3	1.3	mg/l
FQ	Nitrito	<0.002	<0.002	2.013	1	mg/l
FQ	Sulfato	81.94	87.68	86.35	250	mg/l

Fuente: Elaboración Laboratorio INACAL.



**Figura N° 16:** Análisis de laboratorio de aniones

De la tabla se observa que todos los aniones se encuentran dentro de rango según el D.S. N° 004-2017-MINAM





En el grafico que se observa de la muestra de cloruros, los valores de análisis oscilan 354.31 mg/l como máximo y como mínimo 278.6 mg/l, el valor más alto de las muestras es en la zona de confluencia, como consecuencias de contaminantes industriales y agrícola podemos afirmar que no sobrepasa los límites máximos permisibles LMP.

El en grafico podemos observar de fluoruro el valor máximo es de 0.23 mg /l el mínimo es 0.15mg/l, de acuerdo D.S 004-2017 MINAM está dentro del límites máximos permisibles LMP.

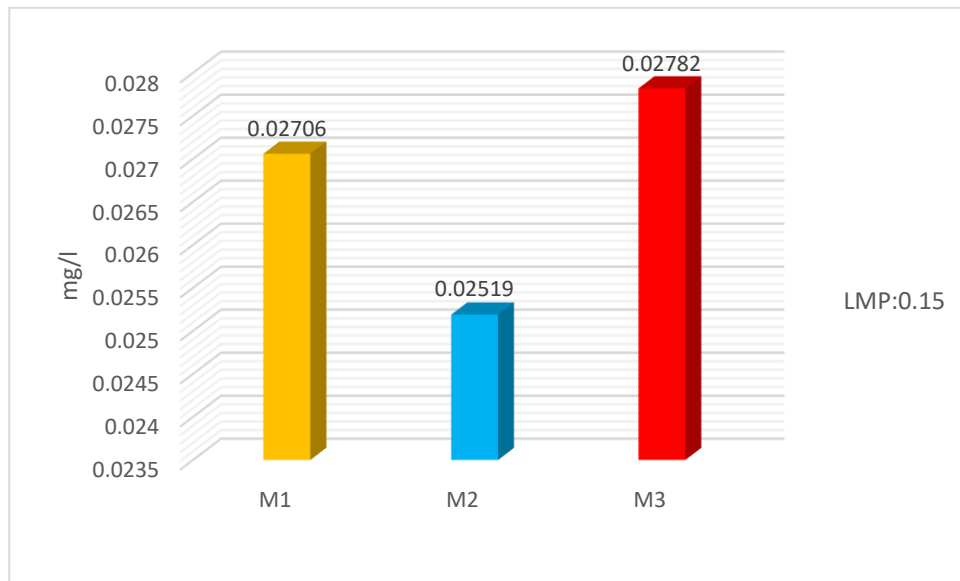
En el grafico se puede observar la muestra de análisis de nitrito el valor máximo 2.013mg/l el valor mínimo 0.002 mg/l en donde la muestra M3 supera los límites máximos permisibles LMP. a causa de que utilizan fertilizantes y puede ocasionar enfermedades.

En la grafico se observa que las muestras presentan valores de 87.68 mg/l como máximo y como mínimo 81.94 mg/l, la presencia de sulfato en el agua de consumo puede generar un sabor apreciable ya que este valor en comparación de límites máximos permisibles no es muy alto por lo que se considera apto.

### **5.3. Nivel de Metales Pesados presentes en el Agua de la Zona de Confluencia de los ríos de Torococha y Coata Juliaca, San Román, Puno**

La zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, está expuesta a metales pesados que se encuentran presentes en los alrededores de los suelos que se acumulan por las actividades mineras de sus alrededores, por lo que primero estableceremos el tipo y las cantidades de metales que se ha encontrado en la zona de estudio, teniendo así los siguientes:

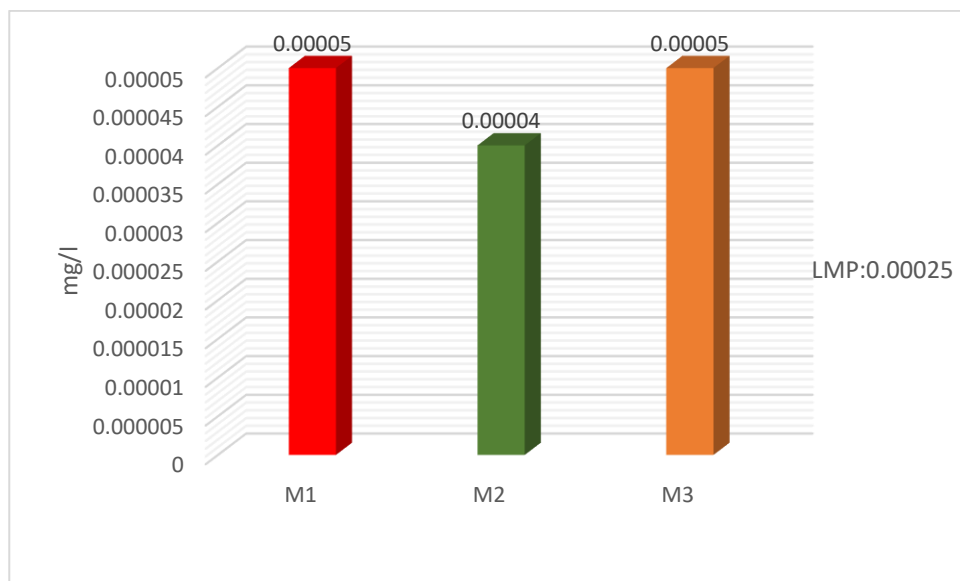
### 5.3.1. Arsénico (As)



**Figura N° 17:** Análisis de arsénico (As)

De acuerdo a los resultados del gráfico del análisis de arsénico se tiene valores que oscilan entre 0.02782 mg/l como máximo y el mínimo 0.02519 mg/l de acuerdo a los límites máximos permisibles para agua en ríos es 0.15 mg/l. El nivel de arsénico es menor en todas las muestras tomadas, con un LMP según D.S. N° 004-2017-MINAM de 0.15 mg/l.

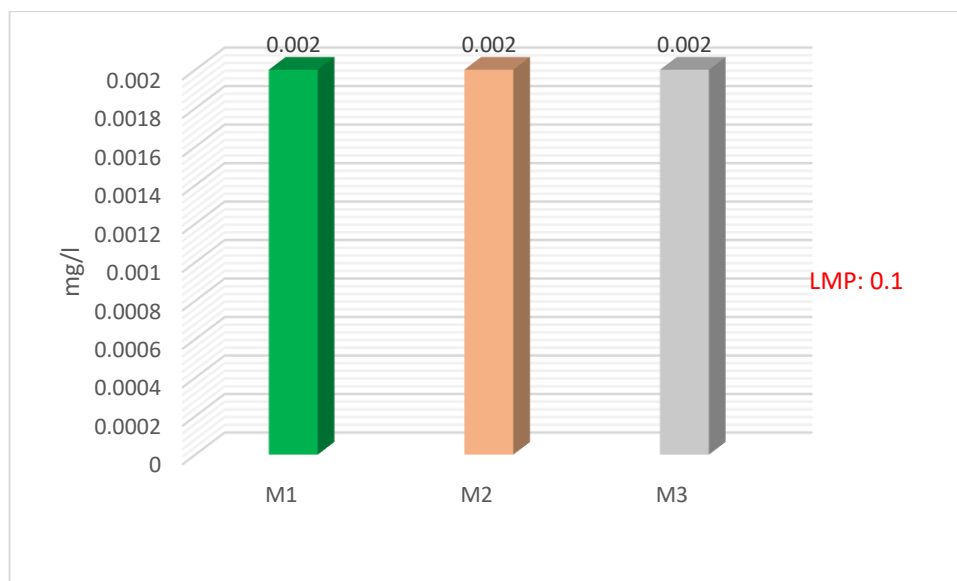
### 5.3.2. Cadmio (Cd)



### Figura N° 18: Análisis de cadmio (Cd)

Observando el grafico del análisis de cadmio que se tiene valores que fluctúan entre 0.00005 mg/l como máximo y 0.00004 como mínimo. De acuerdo a los límites máximos permisibles para categoría 3 El nivel de cadmio es menor en todas las muestras tomadas, el LMP según D.S.es de 0.00025 mg/l

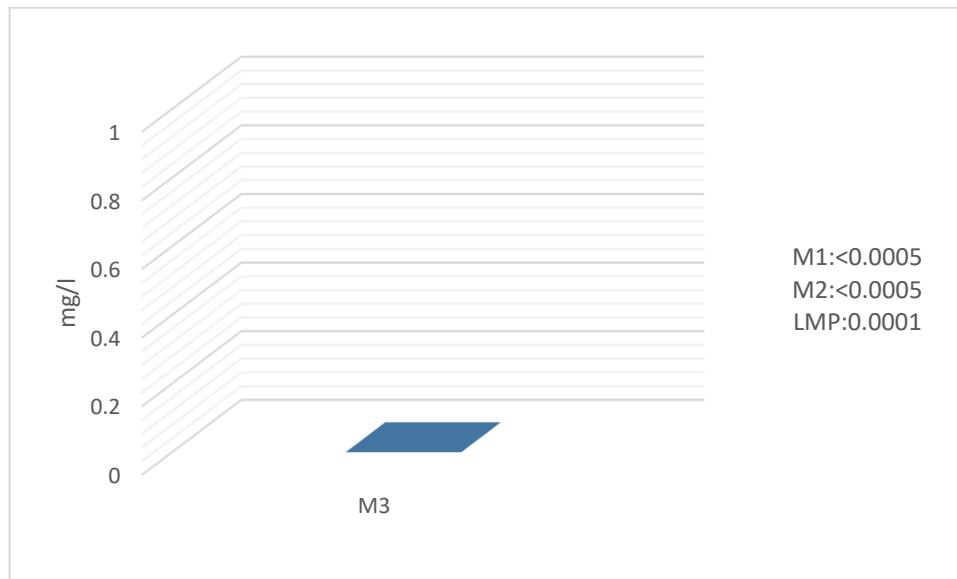
#### 5.3.3. Cobre (Cu)



### Figura N° 19: Análisis de cobre (Cu)

Los resultados del grafico del análisis del cobre presenta valores de 0.002 mg/l como máximo, de acuerdo a límites máximos permisibles(LMP) para el agua de categoría 3 es de 0.1 mg/l. El nivel de cobre es menor en todas las muestras tomadas, con un LMP según D.S. de 0.1 mg/l

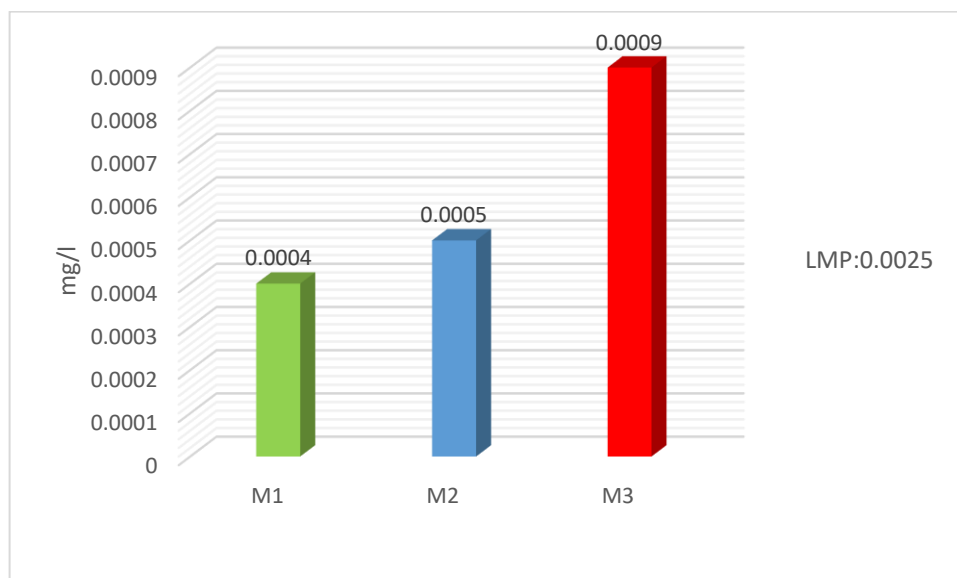
### 5.3.4. Mercurio (Hg)



**Figura N° 20:** Análisis mercurio

Se observa el grafico de la muestra de mercurio donde tiene valores que oscilan entre 0.0005mg/l como máximo El nivel de mercurio es menor en todas las muestras tomadas, con un LMP según D.S. de 0.0001 mg/l

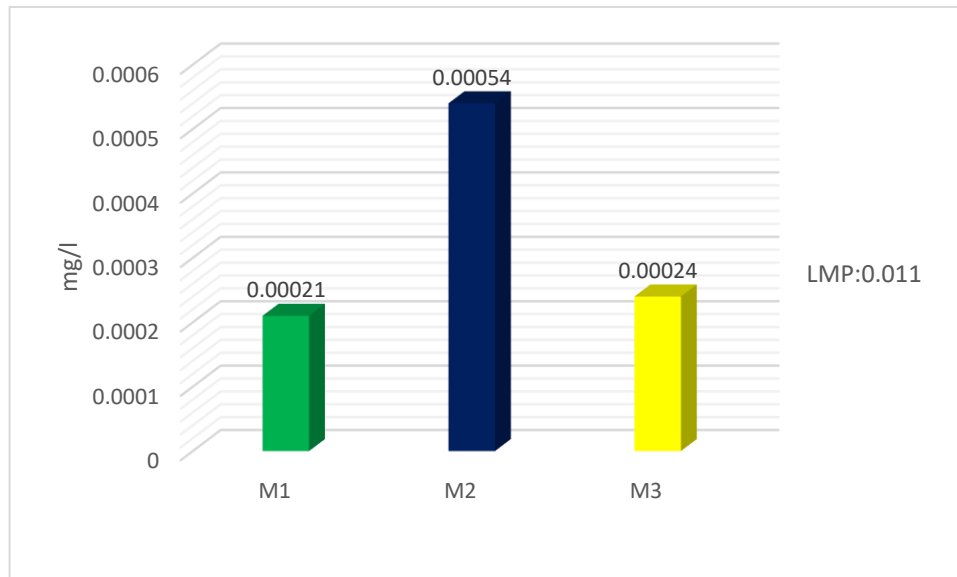
### 5.3.5. Plomo (Pb)



**Figura N° 21:** Análisis de plomo

De acuerdo a los resultados del grafico del análisis de plomo se tiene valores que fluctúan entre 0.0009 mg/l como máximo y 0.0004 mg/l como mínimo. El nivel de plomo es menor en todas las muestras tomadas, con un LMP según D.S. de 0.0025 mg/l

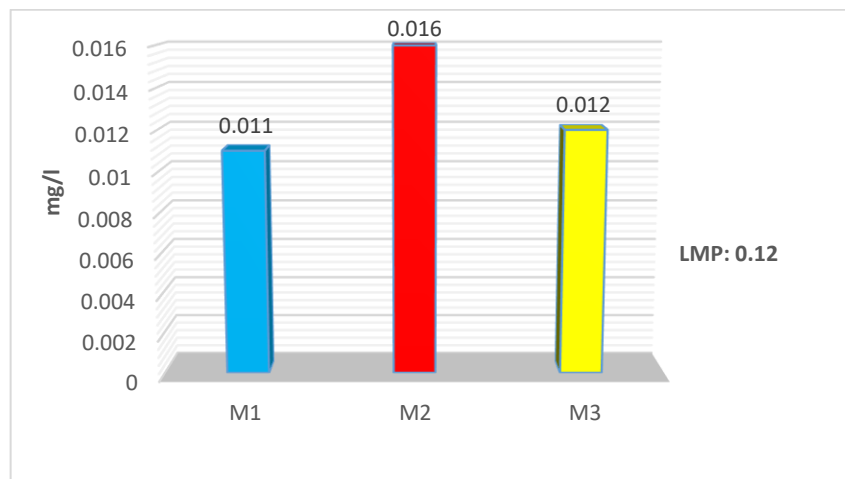
### 5.3.6. Cromo



**Figura N° 22:** Análisis de cromo

De acuerdo a los resultados del grafico del análisis de cromo se tiene valores que oscilan entre 0.00054 como máximo y 0.00021mg/l El nivel de cromo es menor en todas las muestras tomadas, con un LMP según D.S. de 0.011mg/l

### 5.3.7. Zinc (Zn)



**Figura N° 23:** Análisis de zinc

Del resultado del gráfico y análisis de zinc se tiene el valor de 0.016 mg/l y 0.011 mg/l. El nivel de zinc es menor en todas las muestras tomadas, el límite máximo permisible LMP según D.S. es de 0.12 mg/l

A manera de resumen se encuentra lo siguiente:

**Tabla N° 16:** Metales totales por ICP-MS

DETERMINACIÓN	AGUAS SUPERFICIALES DE RIO			DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	UNIDADES
	M-1	M-2	M-3		
Arsénico	0.02706	0.02519	0.02782	0.15	mg/L
Cobre	0.002	0.002	0.001	0.1	mg/L
Cadmio	0.00005	0.00004	<0.00005	0.00025	mg/L
Cromo	0.00021	0.00054	0.00024	0.011	mg/L
Plomo	0.0004	0.0005	0.0009	0.0025	mg/L
Zinc	0.011	0.016	0.012	0.12	mg/L
Mercurio	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0001	mg/L

Fuente: Elaboración Laboratorio INACAL.

De acuerdo a los resultados de los análisis de laboratorio los valores obtenidos de los elementos químicos por metales pesados están dentro de los Límites Máximos Permisibles, pero si la DBO, óxido disuelto, coliformes, DQO, aceites superan los Límites



Máximos Permisibles por lo que generan contaminación y afectan la calidad del agua en la confluencia de los ríos Torococha y Coata.



## VI. CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La calidad de agua de la confluencia de los ríos de Torococha y Coata está contaminada, principalmente por los residuos provenientes de la ciudad de Juliaca, según los valores obtenidos de los parámetros físico químicos como: pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, el que supera los LMP es los sólidos suspendidos totales, y los mayores valores presenta M2, por lo que no es apto para consumo doméstico ni actividades pecuarias.

**SEGUNDO:** Los resultados obtenidos según los análisis del nivel de carga orgánica de las 3 muestras los mayores valores son: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) M2, 98 mg/l, Coliformes M2, 49000 NMP/100ml, Conductividad M1, M2, M3, 2140 uS/cm, Demanda Química de Oxígeno (DQO) M2, 216 mg/l, Sólidos Suspendidos Totales (SST) M2, 29 mg/l, Aceites M2, 10.3 mg/l, Bicarbonatos M2, 696.99 mg/l. Por lo que de acuerdo al DS N° 004-2017 MINAM y por las Normas Nacionales, superan de los Límites Máximos Permisibles, por lo que el agua no es apta para el consumo humano.

**TERCERO:** Los resultados obtenidos según los análisis químico-realizados por metales pesados de las 3 muestras, los mayores valores son: Arsénico (As) M3, 0.02782 mg/l, Cadmio (Cd) M1, 0.00005 mg/l, Cobre (Cu) M2, 0.002 mg/l, Mercurio (Hg) M2 0.0005mg/l, Plomo (Pb) M3, 0.0009mg/l, Cromo (Cr) M2, 0.00054 mg/l, Zinc (Zn) M2, 0.016 mg/l. Por lo que en base al DS N° 004-2017 MINAM y por las Normas Nacionales, están dentro de los Límites Máximos Permisibles.





## VII. RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Según los resultados obtenidos de esta investigación pedir a las autoridades y su población general, tomar actividades de prevención, con el fin de sensibilizar sobre la problemática de salud y ambiental, causada por el mal manejo de residuos sólidos y falta de control de vertimiento directo e indirecto de aguas residuales municipales y domesticas crudas e inadecuado tratamiento y mal manejo de residuos sólidos.

**SEGUNDO:** Se recomienda diseñar y construir una adecuada Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la ciudad de Caracoto y Juliaca.

Realizar periódicamente análisis de muestras para sensibilizar y hacer conocer la contaminación del agua en la confluencia de los ríos Torococha y Coata.

**TERCERO:** Se recomienda tomar medidas correctivas y sancionatorias contra las empresas o entidades que generen contaminación en la zona de confluencia del río Torococha y Coata.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agua, A. N. del. (2013). *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río San Juan (Chincha), Noviembre-2013.*
- Alfaro, J. J. D. (2021). Efecto de metales traza de los ríos afluentes (Ramis, Coata e Ilave) sobre la calidad de agua y sedimento del Lago Titicaca. *Universidad Ricardo Palma*, 103.
- ANA. (2017). Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales. *Ministerio de Agricultura y Riego*, 511, 59.
- Bendezú, M. A. B., & Hernández, C. V. B. (2022). Evaluación de la idoneidad de la calidad del agua potable utilizando el índice de calidad en el distrito de subtanjalla, Perú. *South Florida Journal of Development*, 3(1), 345–360. <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n1-027>
- Berrosipi, A. L. Y. (2019). *Remoción de metales pesados presentes en las aguas ácidas de la laguna Yanamate mediante la aplicación de la dolomita como agente remediante a escala experimental-2019.*
- Bosch, J. R. (1999). La calidad de las aguas. In *La Situación Actual y los Problemas Existentes y Previsibles 3.2.* (pp. 196–412).
- Bullon, C. V. J., & Quispe, A. L. del P. (2018). “*El Medio Ambiente y el costo - beneficio de la descontaminación de la laguna de patarcocha y alrededores, cerro de pasco 2017*” para.
- Caho-Rodríguez, C. A., & López-Barrera, E. A. (2017). Determinación del índice de calidad de agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35–49.



<https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>

- Canaza, G. (2017). *Evaluacion de la calidad bacteriologica del agua para consumo humano, laboratorio de control de calidad diresa, abancay-apurimac, 2011-2016*. Universidad Nacional del Callao.
- Casilla, S. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del rio Suhez. *Universidad Nacional del Antiplano*, 1–129. <http://repositorio.unap.edu.pe>
- Castro, A. K. M. (2021). “*Variación de los parametros fisicoquimicos por vertimientos pesqueros en la bahia de chancay, 2019.*” 2–91.
- Chacón, N. (2018). “*Evaluacion del nivel de eutrofizacion de la laguna quelluacochanamora-cajamarca.*” Universidad Privada del Norte.
- Diaz, A., & Sotomayor, L. (2013). “*Evaluación de la eutrofización de la laguna conococha – ancash*” a agosto de 2012. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de mayolo” facultad.
- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11(3), 147–170. <https://doi.org/10.48213/travessia.vi81.866>
- Gatica, E. M. de los Á. (2020). *Contaminación del aire por material particulado atribuible a quema de leña y su impacto en la presentación de desórdenes hipertensivos y preeclampsia en una cohorte retrospectiva de embarazadas en Temuco, Chile*. 1–79.
- Gil, J., Vizcaino, C., & Veliz, C. E. (2019). Evaluación de la calidad del agua subterránea utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: acuíferos de maturín, estado monagas, venezuela. *revista de Investigación de Agroproducción*



*Sustentable*, 3(3), 9. <https://doi.org/10.25127/aps.20193.488>

- Gonzales, G. 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 Publica*, 31(3), 547–556.
- Gutierrez, V. R. (2018). Evaluación de la calidad de agua del río coata en la desembocadura del río torococha utilizando el indice de calidad de agua del consejo canadiense CCME-WQI y el ICA-PE, Puno-2018. *Universidad Peruana Unión*, 1–95.  
[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1771/Verónica\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1771/Verónica_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernández, S. (2018). *Análisis de la percepción en la contaminación de arroyos urbanos en la microcuenca el riíto en tonalá chiapas, méxico*. El colegio de la frontera Norte.
- Herrera-morales, G. C., Chávez-cadena, M. I., & Jiménez-gutiérrez, M. Y. (2022). Medición de calidad del agua en río Chambo ( Ecuador ) en un programa educativo experiencial. *Información Tecnológica*, 33(2), 59–66.
- Herrera, L. J. L., & Valdivia, C. E. J. (2018). Niveles de precipitaciones proyectadas en la cuenca del valle de cajamarca para un horizonte de 10 años, que permita identificar zonas de riesgo (tesis para grado de ingeniero ambiental y prevencion de riesgos). *Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo*, 1–96.
- Huata. (2019). *lineamientos diagnosticos de calidad*.
- Lucas, V. L. R., & Carreño, M. A. L. (2018). *Calidad de agua de consumo humano en*



- las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador. 21, 39–46.*
- Macedo, E. (2018). “*La hidrósfera.*” Universidad Nacional de Trujillo.
- Magaña, S. L. F. (2006). *Estudio de la conductividad eléctrica de soluciones electrolíticas y su aplicación en la biofísica vegetal.* 7–9.
- Mamani, C. (2017). Estudio de la contaminación de la cuenca del río suches zona Ocopampa Piñuni por la actividad antropogénica. *Tesis*, 103.  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza\\_Mamani\\_Joel\\_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mato, J. R. (2019). *El geosistema terrestre, elementos constitutivos, litósfera hidrósfera, atmósfera y biósfera. Aplicación Didáctica.* Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Mayca, G.-C. (2019). *Calidad de agua del río rímac sector chicla, provincia de huarochiri, Departamento de lima.* Universidad Nacional Federico Villareal.
- Molina, L. Y. (2018). *Propuesta de uso del agua subterránea del distrito de uraca-corire para el consumo humano mediante la identificación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.* 134.  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5750/QUmoguly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monteagudo Quispe, M. A. (2015). Análisis comparativo de los índices de calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas. *Universidad Nacional Del Altiplano.*
- Mora, J. C., Sibaja, J. P., & Borbón, H. (2021). Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica



- del agua de lluvia y de niebla. *Revista Tecnología En Marcha*, 34(1), 92–103.
- Pino, V. . E., & Coarita, A. F. (2018). *Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la yarada media Hydrogeological*. 20(4), 477–490.
- Ramírez, M. (2006). *La contaminación del agua de los ríos en el municipio de santiago de cali*. Universidad Icesi.
- Roca, E. (2018). *Variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la bahía de Paracas*.
- Rodriguez, V. (2017). *Deteccion de cianobacterias toxigenas de la represa el pañe - arequipa*. Universidad Nacional San Agustin.
- Rubio, R. & P. S. (2019). Malformaciones congénitas en neonatos relacionadas con contaminación ambiental. *Universidad Técnica De Ambato*, 1–98.
- Ruiz, T. (2017). *Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del estado de Sonora, México*. Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Sotil, L., & Flores, H. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán - Loreto, 2016*. 94, 1–77.  
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4156>
- Tiburcio, G. R. N. (2019). “*Demanda bioquímica de oxígeno (dbo5) en el cuerpo marino receptor de la caleta puerto rico-sechura- Piura 2019.*” 1–101.
- Torres, J. (2020). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor - Moyobamba*. Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto.



- Torres, L. A. (2016). *Distribución espacio-temporal de la contaminación del agua del río chumbao Andahuaylas, Apurímac, Perú. 2011-2012*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Vasquez, Y. (2016). *Efectos de la eutrofización en el hábitat de la bahía de puno, en la diversidad y abundancia de avifauna del lago titicaca*. (Issue August). Universidad Nacional del Altiplano.
- Villagomez, D. (2021). “Aplicación de un biofiltro mediante almejas de agua dulce para la reducción de coliformes termotolerantes en el canal de regadío de las salinas – chancay.” In *Ucv*. Universidad Privada del Norte.
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304–308.  
<https://doi.org/10.17843/RPMESP.2018.352.3719>
- Zaldívar, J. (2017). *La cuenca hidrográfica como propuesta de unidad de análisis y gestión sustentable del territorio. Caso de estudio cuencas de los ríos Limarí y Rapel a partir de la información del VII Censo Nacional Agropecuario*. Universidad de Chile.
- Zouiten, H. (2012). Análisis mediante modelado avanzado de procesos de eutrofización en lagunas litorales: aplicación a masas de agua atlánticas y mediterráneas. *TDR (Tesis Doctorales En Red)*, 347.



## ANEXOS





## RESULTADOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 2754- 2020**

**PÁGINA 1 DE 4**

**SOLICITANTE** : FLAVIO JULIAN COILA YANA  
**DIRECCIÓN** : JR. SAN AGUSTIN LOTE. A - JULIACA - PUNO  
**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUPERFICIAL DE RÍO  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido turbio  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : M-1  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Procedencia: Distrito Caracoto , Puente Churi, 8286568, 385208 - Fecha y hora de muestreo: 05/08/2020 11:25 hrs.  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 5850mL aprox. Compuesta de 01 envase vidrio de 500mL, 01 envase PE de 1000mL para análisis MB, 01 envase vidrio de 1000mL, 01 envase vidrio de 250mL, 01 envase PE de 1000mL, 04 envases PE de 500mL, 01 envase PE de 100mL para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.9°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 0864-2020  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 06/08/2020

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
 Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110  
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



**RESULTADOS**

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO M-1	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )**	3.7	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
FQ	Conductividad (25°C)	1317	µS/cm
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	19	mg/L
FQ	Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	236.26	mg/L
FQ	pH**	8.0	U de pH
FQ	Sólidos Suspendedos Totales	<1	mg/L
FQ	Aceites y Grasas**	7.4	mg/L
FQ	Cianuro WAD*	<0.01	mg/L
FQ	Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )*	137.95	mg/L
FQ	Oxígeno Disuelto*	7.23	mg/L

**ABREVIATURAS:**

mg/L	: Miligramos por litro
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
U de pH	: Unidades de pH
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros

**OBSERVACIONES :**

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado, los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T < 8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5000. 5210-B Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 day BOD Test. 23nd Ed. 2017.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. 23nd Ed. 2017.
Conductividad (25°C)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000 Method 2510-B Conductivity. Laboratory Method. 23nd Ed. 2017
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5220 D Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method. 23nd Ed. 2017.
Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	: Norma Técnica Peruana 214.018: 1999 (Revisada el 2019) Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. pH (Electrometric). 1999
Sólidos Suspendedos Totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2540-D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C. 23nd Ed. 2017.
Aceites y Grasas	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000 Method 2510-B Conductivity. Laboratory Method. 23nd Ed. 2017
Cianuro WAD	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000 Method 4500-CN-J. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method. 23nd Ed. 2017.
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	: AOAC Official Method 920.194 Chapter 11 Subchapter 11:11.1.17 Carbonate and Bicarbonate in Water. Titrimetric Method. 20th Ed. Rev. Online 2019.
Oxígeno Disuelto	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-O.C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 23nd Ed. 2017.



Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO		UNIDADES
			M-1	
FQ	Ag (Plata)*		0.00008	mg/L
FQ	Al (Aluminio)*		0.02	mg/L
FQ	As (Arsénico)*		0.02706	mg/L
FQ	B (Boro)*		0.840	mg/L
FQ	Ba (Bario)*		0.0839	mg/L
FQ	Be (Berilio)*		<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)*		<0.00004	mg/L
FQ	Ca (Calcio)*		69.31	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)*		0.00005	mg/L
FQ	Ce (Cerio)*		0.00007	mg/L
FQ	Co (Cobalto)*		0.00008	mg/L
FQ	Cr (Cromo)*		0.00021	mg/L
FQ	Cs (Cesio)*		0.02077	mg/L
FQ	Cu (Cobre)*		0.002	mg/L
FQ	Fe (Hierro)*		0.18	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)*		<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)*		11.42	mg/L
FQ	Li (Litio)*		0.32246	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)*		14.04	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)*		0.0609	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)*		0.00084	mg/L
FQ	Na (Sodio)*		154.56	mg/L
FQ	Ni (Niquel)*		0.0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)*		0.03	mg/L
FQ	Pb (Plomo)*		0.0004	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)*		0.00020	mg/L
FQ	Se (Selenio)*		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)*		13.57	mg/L
FQ	Sn (Estaño)*		0.00010	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)*		1.619	mg/L
FQ	Ti (Titanio)*		0.0009	mg/L
FQ	Tl (Talio)*		0.00044	mg/L
FQ	U (Uranio)*		0.00050	mg/L
FQ	V (Vanadio)*		0.0013	mg/L
FQ	Zn (Zinc)*		0.011	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado , los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs despues de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida util

pH: Max. 2 hrs despues de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida util.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 2754- 2020**

**PÁGINA 4 DE 4**

**Aniones (DS 031)**

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO		UNIDADES
			M-1	
FQ	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )*		278.6	mg/L
FQ	Fluoruro (F <sup>-</sup> )*		0.23	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )*		<0.3	mg/L
FQ	Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )*		<0.002	mg/L
FQ	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )*		81.94	mg/L

**ABREVIATURAS:**

mg/L : Miligramos por litro

**OBSERVACIONES :**

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado , los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs despues de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida util

pH: Max. 2 hrs despues de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida util.

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Aniones (DS 031) : Environmental Protection Agency. Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography Revision 2.1 August 1993

**FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS :** FQ 06/08/2020 al 14/08/2020

MB 06/08/2020 al 13/08/2020

**FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :** 17/08/2020

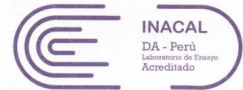


**Bgo. Miguel Valdivia Martínez**  
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 2755- 2020**

**PÁGINA 1 DE 4**

**SOLICITANTE** : FLAVIO JULIAN COILA YANA  
**DIRECCIÓN** : JR. SAN AGUSTIN LOTE. A - JULIACA - PUNO  
**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUPERFICIAL DE RÍO  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido muy turbio  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : M-2  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Procedencia: Caracoto ,Canchi Chico, 8285426, 385206 - Fecha y hora de muestreo: 05/08/2020 12:19 hrs.  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 5850mL aprox. Compuesta de 01 envase vidrio de 500mL, 01 envase PE de 1000mL para análisis MB, 01 envase vidrio de 1000mL, 01 envase vidrio de 250mL, 01 envase PE de 1000mL, 04 envases PE de 500mL, 01 envase PE de 100mL para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.9°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 0864-2020  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 06/08/2020

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
 Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110  
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO M-2	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )**	98	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	49000	NMP/100mL
FQ	Conductividad (25°C)	2140	µS/cm
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	216	mg/L
FQ	Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	300.65	mg/L
FQ	pH**	7.8	U de pH
FQ	Sólidos Suspendidos Totales	29	mg/L
FQ	Aceites y Grasas**	10.3	mg/L
FQ	Cianuro WAD*	<0.01	mg/L
FQ	Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )*	696.49	mg/L
FQ	Oxígeno Disuelto*	2.23	mg/L

ABREVIATURAS:

µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
U de pH	: Unidades de pH

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado, los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5000. 5210-B Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 day BOD Test. 23nd Ed. 2017.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. 23nd Ed. 2017.
Conductividad (25°C)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000 Method 2510-B Conductivity. Laboratory Method. 23nd Ed. 2017
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5220 D Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method. 23nd Ed. 2017.
Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	: Norma Técnica Peruana 214.018: 1999 (Revisada el 2019) Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. pH (Electrometric). 1999
Sólidos Suspendidos Totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2540-D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C. 23nd Ed. 2017.
Aceites y Grasas	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000 Method 2510-B Conductivity. Laboratory Method. 23nd Ed. 2017
Cianuro WAD	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000 Method 4500-CN-J. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method. 23nd Ed. 2017.
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	: AOAC Official Method 920.194 Chapter 11 Subchapter 11.11.1.17 Carbonate and Bicarbonate in Water. Titrimetric Method. 20th Ed. Rev. Online 2019.
Oxígeno Disuelto	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-OC. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 23nd Ed. 2017.



INFORME DE ENSAYOS N° 2755-2020

PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO		UNIDADES
			M-2	
FQ	Ag (Plata)*		<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)*		0.04	mg/L
FQ	As (Arsénico)*		0.02519	mg/L
FQ	B (Boro)*		0.851	mg/L
FQ	Ba (Bario)*		0.0931	mg/L
FQ	Be (Berilio)*		<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)*		0.00005	mg/L
FQ	Ca (Calcio)*		83.04	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)*		0.00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)*		0.00011	mg/L
FQ	Co (Cobalto)*		0.00041	mg/L
FQ	Cr (Cromo)*		0.00054	mg/L
FQ	Cs (Cesio)*		0.01806	mg/L
FQ	Cu (Cobre)*		0.002	mg/L
FQ	Fe (Hierro)*		0.18	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)*		<0.00005	mg/L
FQ	K (Potasio)*		30.93	mg/L
FQ	Li (Litio)*		0.29724	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)*		21.80	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)*		0.2403	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)*		0.00071	mg/L
FQ	Na (Sodio)*		200.76	mg/L
FQ	Ni (Niquel)*		0.0016	mg/L
FQ	P (Fosforo)*		6.08	mg/L
FQ	Pb (Plomo)*		0.0005	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)*		0.00024	mg/L
FQ	Se (Selenio)*		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)*		22.35	mg/L
FQ	Sn (Estaño)*		0.00014	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)*		1.649	mg/L
FQ	Ti (Titanio)*		0.0036	mg/L
FQ	Tl (Talio)*		0.00021	mg/L
FQ	U (Uranio)*		0.00067	mg/L
FQ	V (Vanadio)*		0.0012	mg/L
FQ	Zn (Zinc)*		0.016	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado, los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2755-2020

PÁGINA 4 DE 4

Aniones (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO		UNIDADES
		M-2		
FQ	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )*	354.31		mg/L
FQ	Fluoruro (F <sup>-</sup> )*	0.15		mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )*	<0.3		mg/L
FQ	Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )*	<0.002		mg/L
FQ	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )*	87.68		mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado, los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aniones (DS 031)

: Environmental Protection Agency. Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography Revision 2.1 August 1993

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 06/08/2020 al 14/08/2020

MB 06/08/2020 al 13/08/2020

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 17/08/2020



Bigo, Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

## INFORME DE ENSAYOS N° 2756- 2020

PÁGINA 1 DE 4

**SOLICITANTE** : FLAVIO JULIAN COILA YANA  
**DIRECCIÓN** : JR. SAN AGUSTIN LOTE. A - JULIACA - PUNO  
**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUPERFICIAL DE RÍO  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido turbio  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : M-3  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Procedencia: Caracoto , 8284632, 386864, 3829 - Fecha y hora de muestreo: 05/08/2020 13:03 hrs.  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 5850mL aprox. Compuesta de 01 envase vidrio de 500mL, 01 envase PE de 1000mL para análisis MB, 01 envase vidrio de 1000mL, 01 envase vidrio de 250mL, 01 envase PE de 1000mL, 04 envases PE de 500mL, 01 envase PE de 100mL para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.9°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 0864-2020  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 06/08/2020

### CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
 Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110  
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



INFORME DE ENSAYOS N° 2756-2020  
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO M-3	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )**	7.5	mg/L
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	2.0	NMP/100mL
FQ	Conductividad (25°C)	1425	µS/cm
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	15	mg/L
FQ	Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	245.36	mg/L
FQ	pH**	7.9	U de pH
FQ	Sólidos Suspendedos Totales	3	mg/L
FQ	Aceites y Grasas**	< 1.3	mg/L
FQ	Cianuro WAD*	< 0.01	mg/L
FQ	Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )*	356.22	mg/L
FQ	Oxígeno Disuelto*	5.23	mg/L

ABREVIATURAS:

µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro
U de pH	: Unidades de pH
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\* Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado, los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5000. 5210-B Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test. 23nd Ed. 2017.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. 23nd Ed. 2017.
Conductividad (25°C)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000 Method 2510-B Conductivity. Laboratory Method. 23nd Ed. 2017
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5220 D Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method. 23nd Ed. 2017.
Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	: Norma Técnica Peruana 214.018: 1999 (Revisada el 2019) Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método Volumétrico con EDTA.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. pH (Electrometric). 1999
Sólidos Suspendedos Totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2540-D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C. 23nd Ed. 2017.
Aceites y Grasas	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000 Method 2510-B Conductivity. Laboratory Method. 23nd Ed. 2017
Cianuro WAD	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000 Method 4500-CN-J. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method. 23nd Ed. 2017.
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	: AOAC Official Method 920.194 Chapter 11 Subchapter 11:1.1.17 Carbonate and Bicarbonate in Water. Titrimetric Method. 20th Ed. Rev. 2019.
Oxígeno Disuelto	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-O.C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 23nd Ed. 2017.



INFORME DE ENSAYOS N° 2756- 2020  
PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO		UNIDADES
			M-3	
FQ	Ag (Plata)*		<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)*		0.04	mg/L
FQ	As (Arsénico)*		0.02782	mg/L
FQ	B (Boro)*		0.862	mg/L
FQ	Ba (Bario)*		0.0911	mg/L
FQ	Be (Berilio)*		<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)*		<0.00004	mg/L
FQ	Ca (Calcio)*		71.35	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)*		0.00005	mg/L
FQ	Ce (Cerio)*		0.00019	mg/L
FQ	Co (Cobalto)*		0.00036	mg/L
FQ	Cr (Cromo)*		0.00024	mg/L
FQ	Cs (Cesio)*		0.02061	mg/L
FQ	Cu (Cobre)*		0.001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)*		0.34	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)*		<0.00005	mg/L
FQ	K (Potasio)*		13.89	mg/L
FQ	Li (Litio)*		0.33059	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)*		15.91	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)*		0.2117	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)*		0.00074	mg/L
FQ	Na (Sodio)*		163.87	mg/L
FQ	Ni (Niquel)*		0.0009	mg/L
FQ	P (Fosforo)*		0.67	mg/L
FQ	Pb (Plomo)*		0.0009	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)*		0.00018	mg/L
FQ	Se (Selenio)*		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)*		14.39	mg/L
FQ	Sn (Estaño)*		0.00007	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)*		1.654	mg/L
FQ	Ti (Titanio)*		0.0038	mg/L
FQ	Tl (Talio)*		0.00037	mg/L
FQ	U (Uranio)*		0.00052	mg/L
FQ	V (Vanadio)*		0.0016	mg/L
FQ	Zn (Zinc)*		0.012	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado, los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil

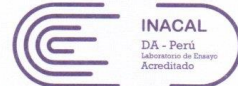
pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 2756- 2020**  
**PÁGINA 4 DE 4**

**Aniones (DS 031)**

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO		UNIDADES
			M-3	
FQ	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )*		298.54	mg/L
FQ	Fluoruro (F <sup>-</sup> )*		0.18	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )*		<0.3	mg/L
FQ	Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )*		2.013	mg/L
FQ	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )*		86.35	mg/L

**ABREVIATURAS:**

mg/L : Miligramos por litro

**OBSERVACIONES :**

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

Aceites y Grasas debido a que las determinaciones requieren procedimientos específicos de muestreo para el aseguramiento de la calidad del resultado, los cuales solo se pueden dar si BHIOS LABORATORIOS realiza el muestreo. Muestreo realizado por el cliente.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Frasco de polietileno primer uso o vidrio limpio (completamente lleno, sin burbujas), muestra en envase con burbujas.

Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Aniones (DS 031) : Environmental Protection Agency. Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography Revision 2.1 August 1993

**FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS :** FQ 06/08/2020 al 14/08/2020  
MB 06/08/2020 al 13/08/2020

**FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :** 17/08/2020

  
Bigo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe

## PANEL FOTOGRÁFICO

### PRIMER PUNTO DE MUESTRA DEL PUENTE CHURI M1





## SEGUNDA MUESTRA DEL PUNTO M2 ZONA DE CONFLUENCIA DEL RIO

### TOROCOCHA

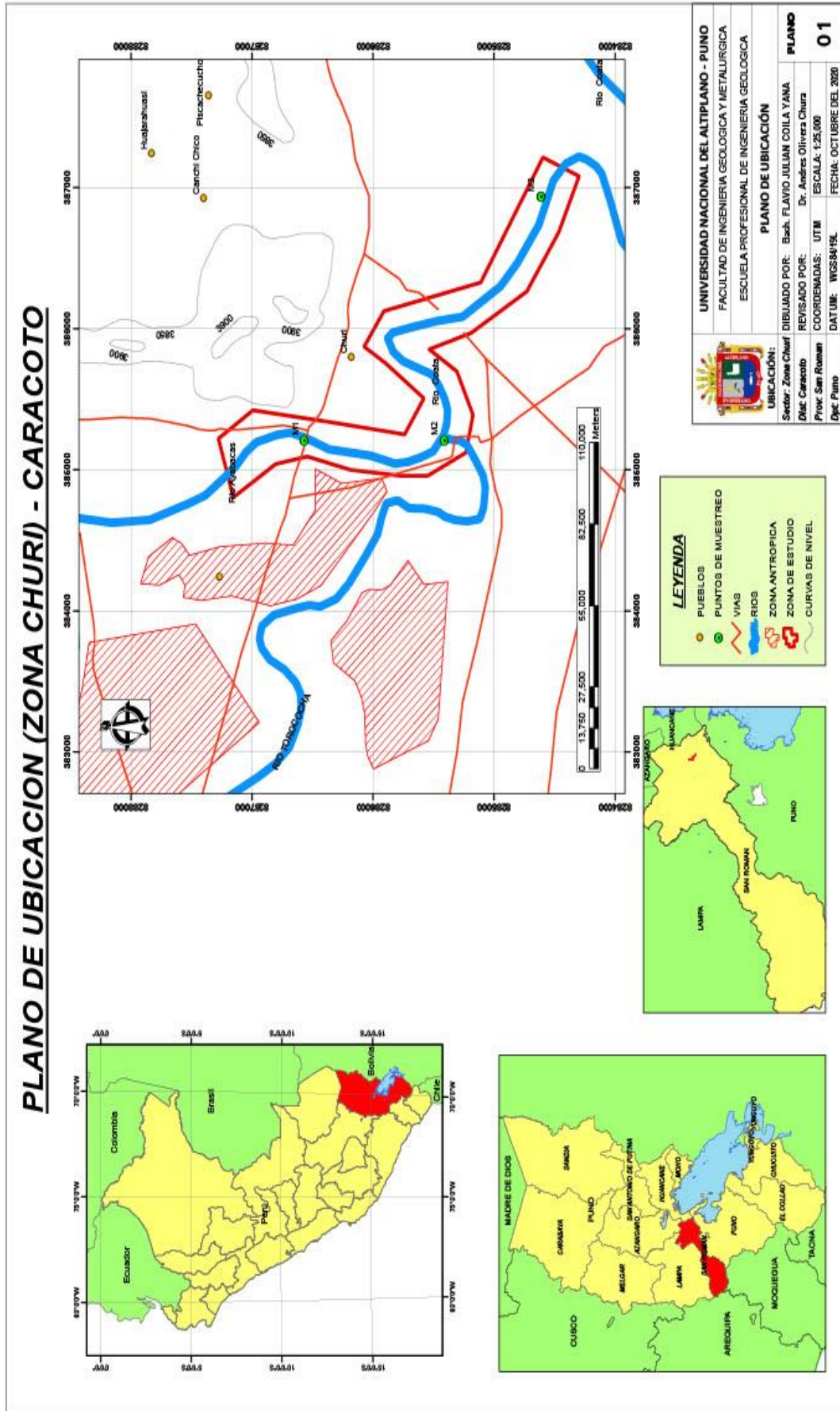




### TERCERA MUESTRA DEL RIO COATA M3

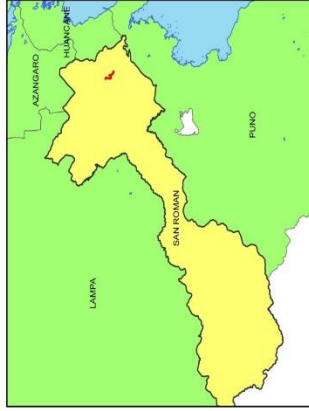
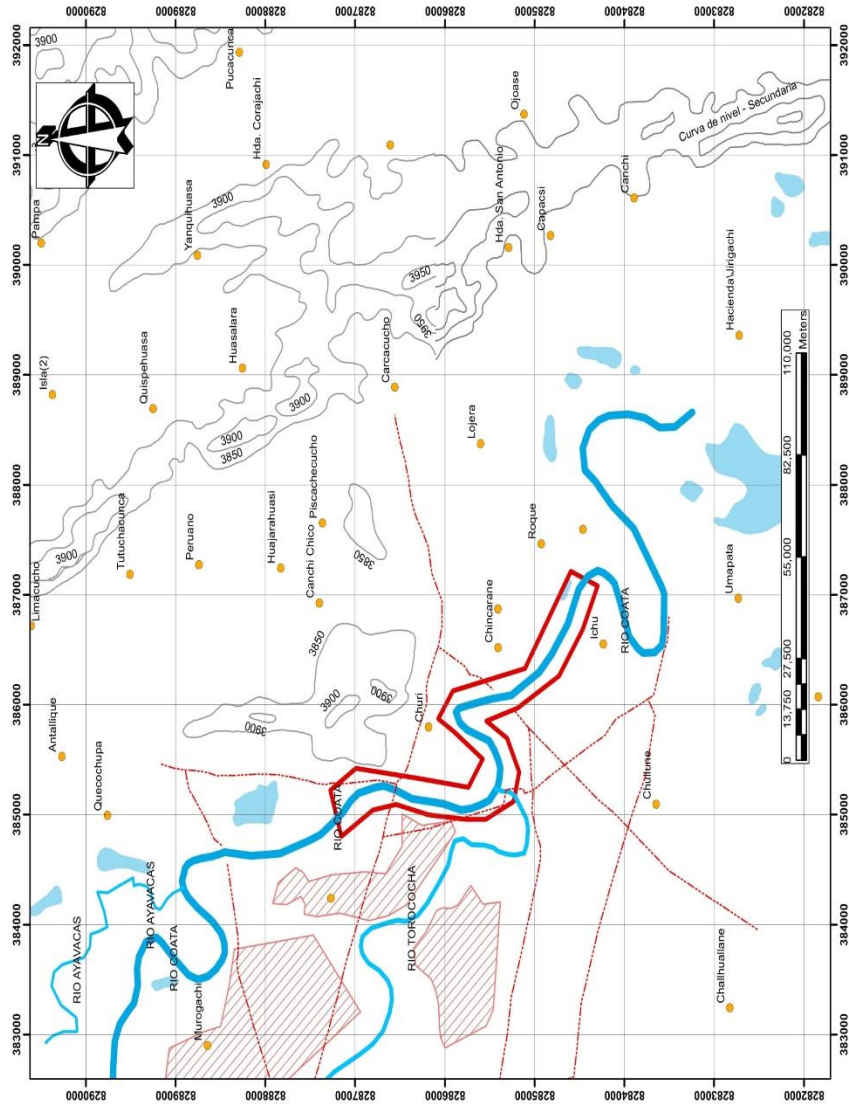


PLANO DE UBICACIÓN





# PLANO TOPOGRAFICO (ZONA CHURI) - CARACOTO



**LEYENDA**

- PUEBLOS
- VIAS
- RIOS
- ZONA ANTROPICA
- ZONA DE ESTUDIO
- CURVAS DE NIVEL
- LAGO Y LAGUNAS

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

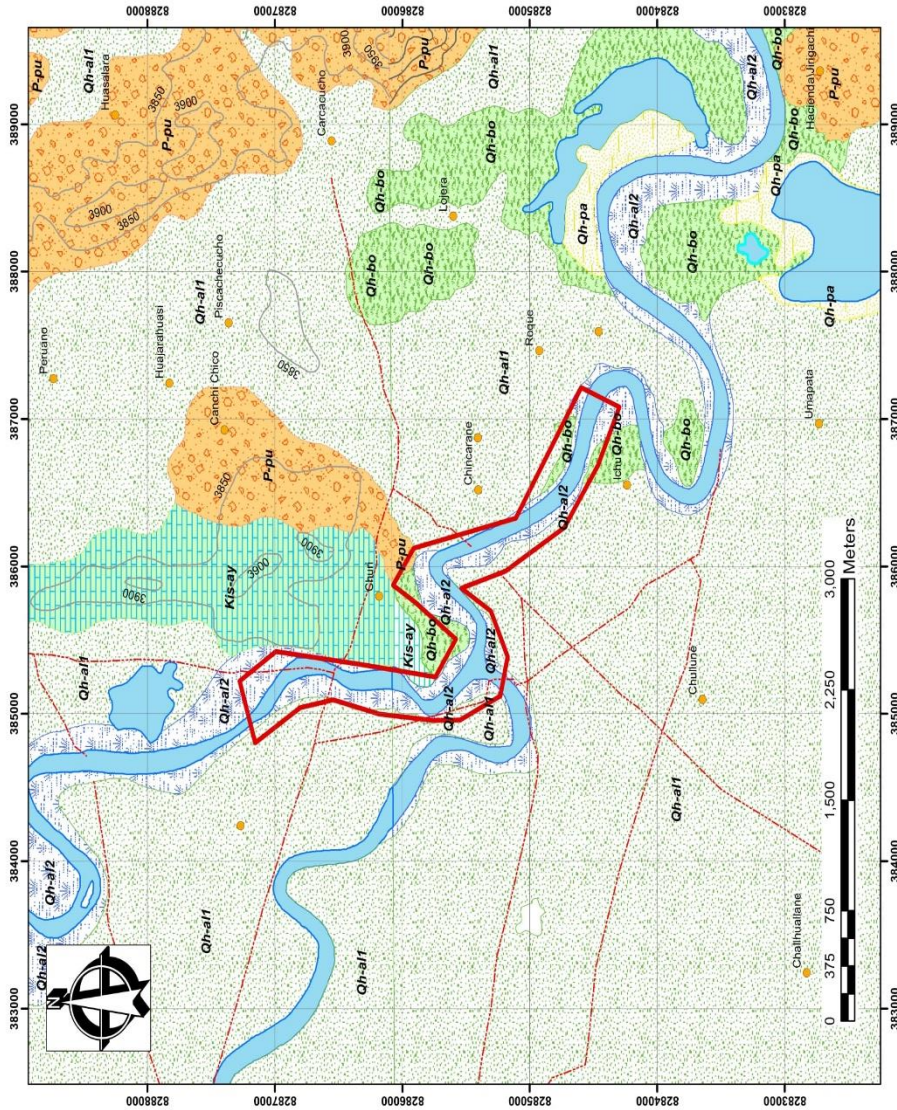
**PLANO TOPOGRAFICO**

**UBICACION:**

**DIBUJADO POR:** Bach. FLAVIO JULIAN COILA YANA  
**REVISADO POR:** Dr. Andres Olivera Chura  
**COORDENADAS:** UTM ESCALA: 1:40,000  
**DATUM:** WGS84/BL FECHA: OCTUBRE DEL 2020

**PLANO 02**

## MAPA GEOLOGICO (ZONA CHURI) - CARACOTO



ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	DEPOSITO BOTFEDAL	Qh-bo	Intemperación de limos, arenas y bloques orgánicos.
			DEPOSITO ALUVIAL	Qh-a11	Gravas, arenas más seleccionadas en arena arenolimosas.
			DEPOSITO ALUVIAL	Qh-a12	Gravas, arenas más seleccionadas en arena arenolimosas.
MESOZOICA	SUPERIOR	TRIASICO	FORMACION ANZAGANO	Qh-Az	limositas y areniscas limosas.
		JURASICO	GRUPO PUNO	Qp-pu, Puno	Conglomerados, areniscas de grano grueso, limolitas.
			GRUPO INICIO FORMACION INIVACAS	Kis-AV	calizas grises con arena calcarea.

**LEYENDA**

- PUEBLOS
- VIAS
- RIOS
- ZONA ANTROPICA
- ZONA DE ESTUDIO
- CURVAS DE NIVEL
- LAGO Y LAGUNAS



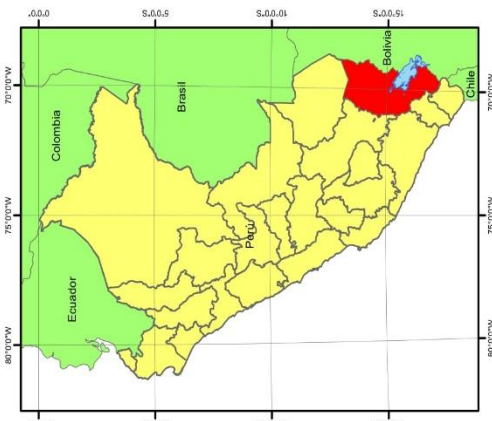
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

MAPA GEOLOGICO

UBICACIÓN:  
Sector: Zona Churi DIBUJADO POR: Bach. FLAVIO JULIAN COILA YANA  
Dist: Caracoto REVISADO POR: Dr. Andres Olivera Chura  
Prov: San Roman COORDENADAS: UTM ESCALA: 1:30,000  
Dpt: Puno DATUM: WGS84/98. FECHA: OCTUBRE DEL 2020

**03**

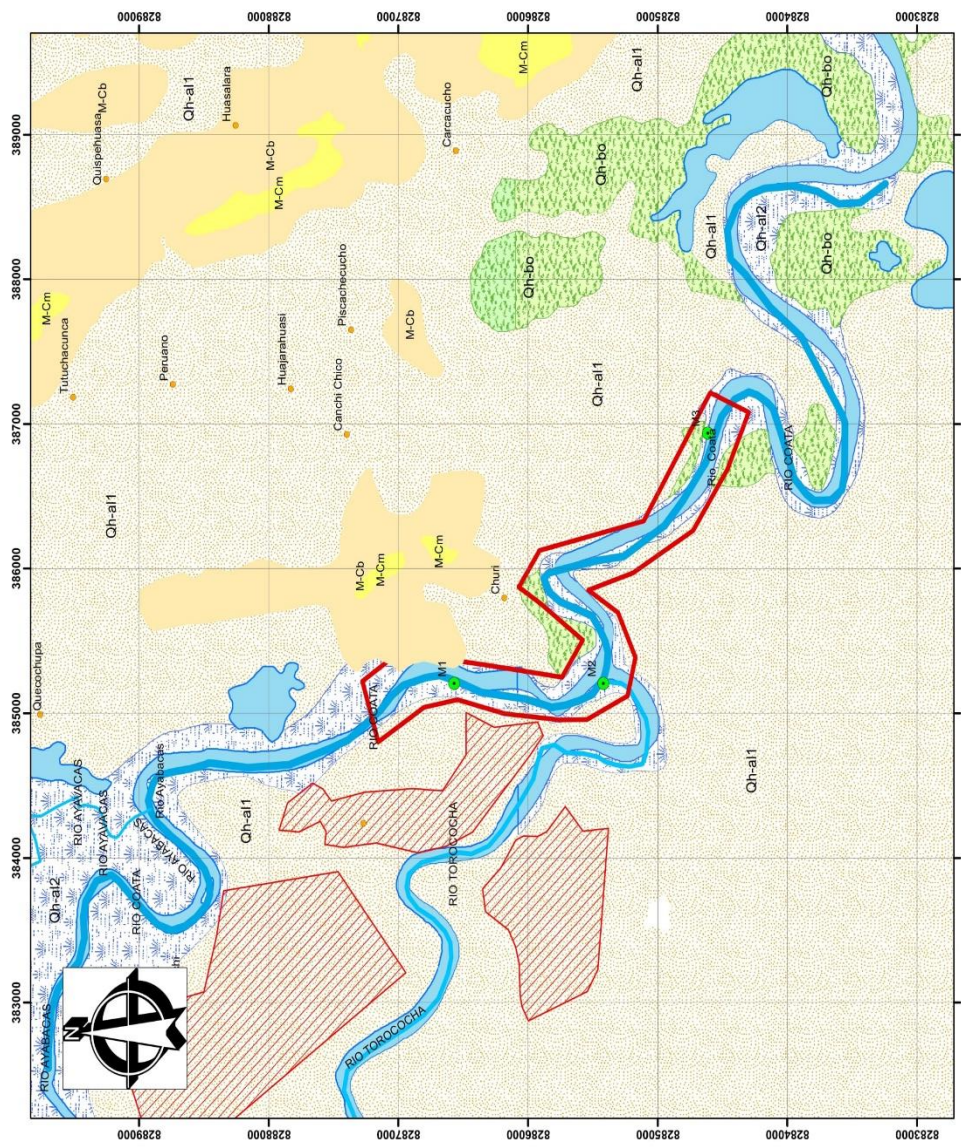
# MAPA GEOMORFOLOGICO (ZONA CHURI)



**LEYENDA**

**UNIDADES GEOMORFOLOGICAS**

- PUEBLOS
- PUNTOS DE MUESTREO
- ZONA ANTROPICA
- RIO TOROCOCHA
- CURVAS DE NIVEL
- COLINAS BAJAS
- COLINAS MEDIAS
- LLANURA ALUVIAL1
- LLANURA ALUVIAL2
- BOFEDALES



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

**MAPA GEOMORFOLOGICO**

**UBICACION:**

Sector: Zona Churi DIBUJADO POR: Bach. FLAVIO JULIAN COILA YANA

Dis: Caracoto REVISADO POR: Dr. Andres Olivera Chura

Prov. San Roman COORDENADAS: UTM ESCALA: 1:30,000

Dpt: Puno DATUM: WGS84/19L FECHA: OCTUBRE DEL 2020

**PLANO 04**