



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA
EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS
UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE
AGUA, PUNO - 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA – PERÚ

2025



NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA
EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS
UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE
AGUA, PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:

M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 022-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024- 16028 presentado por el (la) Bachiller: LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA, quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN de la Tesis Titulado: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024, la misma que pertenece a la línea de investigación CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la NOMINACIÓN DE JURADOS integrado por los siguientes docentes:

- * Presidente : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
* 1er Miembro : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
* 2do Miembro : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024 para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental. de acuerdo al siguiente detalle:

- * FECHA : Viernes 10 de enero del 2025
* HORA : 10:00 horas
* LUGAR : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



Signature and stamp of Dr. Milthon Quispe Huanca, Decano

Signature and stamp of Dr. Efraín Parillo Sosa, Director of the Office of Investigation

cc. Archivo interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1779-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16949 por el señor (a): **LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1415 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 121- 2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 121- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la), Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Elrair Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 623-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5227, presentado el señor (a) **LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 352 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° **068 -2024** del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 068 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

D. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Elvira Pantoja Sosa
DIRECTORA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 8% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77035425
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-2228-194X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y Calidad Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca PUENTE MARAVILLAS Coordenadas: Latitud: -15.4369940 Longitud. -70.1391498 URL Maps https://maps.app.goo.gl/oJQqXSorxLYj3U667</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 – Enero 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTR CÁPES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 Dr. Frite Willy Mamani Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA, identificado con DNI Nro. 77035425, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 17 de JUNIO del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi familia, quienes me dieron la fortaleza para alcanzar mis proyectos.

A mis maestros, cuyo conocimiento y orientación fueron guía para mi formación profesional.

LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA



AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero manifestar mi más grata gratitud a nuestro Dios, por darme el valor y la fuerza necesarios para finalizar esta tesis. Su dirección y seguridad han sido esenciales en este camino.

A mi familia, especialmente a mis patriarcas, por su amor sin condiciones, aliento firme y por creer en mí en cada etapa de este proceso. Sin su aliento y sacrificio, este logro no habría sido posible.

A la UANCV por aceptarme y ofrecer todas las instrucciones convenientes para mi alineación académica y por la congruencia de graduarme como Ingeniero Sanitario y Ambiental.

LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.4.1. Justificación Practica.....	3
1.4.2. Justificación social.....	4
1.4.3. Justificación ambiental.....	4
1.4.4. Justificación económica.....	5



1.5. Hipótesis de la investigación.....	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Hipótesis específicas	6
1.6. Variables.....	6
1.6.1. Variable independiente	6
1.6.2. Variable dependiente.....	6
1.7. Operacionalización de variables	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	10
2.1.3. Antecedentes regionales	15
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. Agua	18
2.2.2. Calidad del agua.....	20
2.2.3. Contaminación del cuerpo de agua	21
2.2.4. Río	22
2.2.5. Contaminación de ríos.....	23
2.2.6. Parámetros de evaluación de calidad ambiental	23
2.2.7. Metales pesados.....	28
2.2.8. Efectos de los metales pesados en la salud del ser humano	30
2.2.9. Arsénico.....	31
2.2.10. Aluminio.....	32



2.2.11. Cadmio	33
2.2.12. Cromo	33
2.2.13. Hierro	34
2.2.14. Plomo	34
2.2.15. Índice de calidad de agua	35
2.2.16. Índice de calidad de agua (ICA-PE).....	37
2.3. Marco conceptual.....	41
2.3.1. Agua	41
2.3.2. Agua superficial	41
2.3.3. Calidad del agua.....	42
2.3.4. ECA - Agua.....	42
2.3.5. Río	42

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación	43
3.2. Tipo de investigación	43
3.3. Diseño estadístico.....	43
3.4. Procedimiento metodológico:.....	44
3.4.1. Objetivo 1: Cuantificar la concentración de los metales pesados presentes en el río Coata.	44
3.4.2. Objetivo 2: Concentración de parámetros físico-químicos del agua del río Coata.....	48
3.4.3. Objetivo 3: Determinar la concentración que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata.....	50



3.5. Materiales y equipos	53
3.6. Técnicas e instrumentos	54
3.6.1. Técnicas	55
3.6.2. Instrumentos	55
3.7. Población y muestra	55
3.7.1. Población	55
3.7.2. Muestra	56

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	57
4.1.1. Cuantificar la concentración de los metales pesados presentes en el río Coata.....	57
4.1.2. Determinar la concentración de los parámetros físico-químicos del agua del río Coata.....	65
4.1.3. Determinar la concentración que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata.	74
4.2. Discusiones	81
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	98



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación.	7
Tabla 2 Interpretación de la Calificación del ICA-PE.	41
Tabla 3 Coordenadas del lugar de muestreo de las aguas en el río Coata en el punto de prueba puente Maravillas, Juliaca.	45
Tabla 4 Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 27/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	57
Tabla 5 Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 28/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	58
Tabla 6 Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 29/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	59
Tabla 7 Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 30/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	59
Tabla 8 Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 31/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	60
Tabla 9 Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 01/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	61
Tabla 10 Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 02/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	61
Tabla 11 Promedio de la concentración de metales pesados en el agua del río Coata, muestreados por 07 días.	62
Tabla 12 Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 27/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.	65



Tabla 13 Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 28/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	66
Tabla 14 Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 29/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	68
Tabla 15 Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 30/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	69
Tabla 16 Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 31/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	70
Tabla 17 Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 01/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	71
Tabla 18 Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 02/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	72
Tabla 19 Promedio de los parámetros físico-químicos muestreadas de las aguas del río Coata, muestreados por 07 días.	73
Tabla 20 Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 27/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	75
Tabla 21 Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 28/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	75
Tabla 22 Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 29/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	76
Tabla 23 Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 30/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	77



Tabla 24 Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 31/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	77
Tabla 25 Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 01/01/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	78
Tabla 26 Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 02/01/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.....	79
Tabla 27 Promedio de los parámetros microbiológicos de las aguas del río Coata, muestreados por 07 días.....	79
Tabla 28 Valores obtenidos del cálculo del ICA-PE de las aguas del río Coata, muestreados en 03 horarios durante el día, por 07 días consecutivos.....	80



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aspectos alotrópicos del Arsénico y sus estructuras: gris, amarillo y negro.	32
Figura 2 Clasificación del índice de calidad de agua (ICA).	36
Figura 2 Etapas del Índice de Calidad del Agua (ICA-PE).	37
Figura 4 Localización del punto de muestreo de las aguas en el río Coata en el punto de prueba puente Maravillas, Juliaca.	45
Figura 5 Concentración promedio del plomo en el agua del río Coata, muestreados por 07 días VS el ECA CAT. 1, A1.	63
Figura 6 Concentración promedio del arsénico en el agua del río Coata, muestreados por 07 días VS el ECA CAT. 1, A1.	64



RESUMEN

El actual estudio tuvo por propósito de valorar el estado del H₂O del afluente Coata en el punto de prueba Puente Maravillas esgrimiendo el ICA, Puno – 2024. En el método muestra que el diseño de estudio es no experimental, de tipo descriptivo - explicativo, asimismo para el muestreo de metales, medidas fisicoquímicas y microbiológicas de los líquidos del río Coata, se realizaron por 07 días consecutivos en diferentes horarios del día (08:00a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.). Obteniendo los siguientes resultados: Para el plomo se hallaron concentraciones de 0.002 a 0.003 mg/L, para el As se halló concentraciones de 0.006 a 0.008 mg/L las cuales están por debajo del ECA para la categoría 1, mientras que el mercurio no fue detectado (0.000 mg/L). El pH reformó de 7.72 a 8.08, cumpliendo el rango permitido (6.5-8.5). La conductividad (1285.57-1347.86 μ S/cm) y los cloruros (188.91-190.46 mg/L) están dentro de los intervalos determinados. Sin embargo, la dureza total (683.71-708.86 mg/L) sobrepasa el máximo autorizado de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los valores de DQO (136.77-149.50 mg/L) y DBO₅ (42.14-43.25 mg/L) exceden ampliamente los límites de 10 mg/L y 3 mg/L. Otros parámetros como sulfatos, nitratos, y STD se encuentran dentro de los límites, mientras que alcalinidad, calcio y magnesio no tienen límites definidos en esta categoría. Los coliformes totales oscilan entre 351.43 a 367.43 NMP/100ml y los coliformes resistentes al calor presentan valores de 209.71 a 212.57 NMP/100 ml estos valores superan el ECA, CAT 1. Los valores del ICA-PE calculados fluctúan entre 69.20 y 74.08, clasificándose todos en la categoría "Regular", lo cual indica que la condición del H₂O nativa casualmente es dañada o amenazada.

Palabras claves: Río, ICA, metales pesados, fisicoquímico y microbiológicos.



ABSTRACT

The purpose of the current study was to assess the H₂O status of the Coata tributary at the Puente Maravillas test point, using the ICA, Puno - 2024. The method shows that the survey design is non-experimental, descriptive-explanatory type, also for the sampling of metals, physicochemical and microbiological measurements of the liquids of the Coata river, were performed for 07 consecutive days at different times of the date (08:00 a.m., 12:00 p.m. and 05:00 p.m.). The following results were obtained: For lead, focusings of 0.002 to 0.003 mg/L were found; for As, focusings of 0.006 to 0.008 mg/L were found, which are below the ECA for category 1, while mercury was not detected (0.000 mg/L). The pH reformed from 7.72 to 8.08, meeting the permitted range (6.5-8.5). Conductivity (1285.57-1347.86 μ S/cm) and chlorides (188.91-190.46 mg/L) are within the determined ranges. However, total hardness (683.71-708.86 mg/L) exceeds the authorized maximum of 500 mg/L, indicating very hard H₂O. COD (136.77-149.50 mg/L) and BOD₅ (42.14-43.25 mg/L) values far exceed the 10 mg/L and 3 mg/L limits. Other criterions such as sulfates, nitrates, and STD are within the limits, while alkalinity, calcium, and magnesium have no defined limits in this category. Total coliforms range from 351.43 to 367.43 NMP/100 ml and thermotolerant coliforms present values from 209.71 to 212.57 NMP/100 ml, these values exceed the ECA, CAT 1. The calculated ICA-PE values fluctuate between 69.20 and 74.08, all classified in the "Regular" category, which indicates that the condition of the native H₂O is casually damaged or threatened.

Keywords: River, ICA, heavy metals, physicochemical and microbiological.



INTRODUCCIÓN

La condición del H₂O de los afluentes es un indicador clave para evaluar el estado ambiental de una región, especialmente en áreas donde las actividades humanas interactúan intensamente con los recursos hídricos. En la región de Puno, el afluente Coata tiene una importancia estratégica, ya que sus líquidos son utilizados para uso humano, diligencias ganaderas y agrícolas, así como para el sustento de los ecosistemas locales. Sin embargo, el impacto creciente de la urbanización, las descargas de H₂O remanentes y la expansión de las actividades económicas ha generado preocupaciones sobre su condición (Ortega Olvea, 2023).

El puente Maravillas, ubicado en un tramo representativo del afluente Coata, se ha identificado como un punto de prueba clave para valorar la condición del agua debido a su proximidad a fuentes potenciales de contaminación y a su relevancia como referencia para monitoreo. En este contexto, la utilización del Índice de ICA destaca como un recurso efectivo para sintetizar múltiples parámetros como metales, físico-químicos y microbiológicos en una sola métrica, permitiendo una interpretación clara y accesible de la situación ambiental del afluente.

El actual diagnóstico posee como propósito valorar la condición del H₂O en el afluente Coata en el punto de prueba puente Maravillas esgrimiendo el ICA. Este estudio busca proporcionar datos útiles para la determinación de providencias en la comisión sostenible del recurso acuático, considerando su importancia para la población de Puno y los ecosistemas asociados. Además, los hallazgos fundamentarán futuras investigaciones y para la ejecución de estrategias de mitigación ante posibles riesgos ambientales.



Con ello, esta tesis contribuye a la comprensión de los retos ambientales que afronta la región, enfatizando el menester de una comisión integral y sostenible del H₂O en un contexto de creciente presión sobre los recursos naturales.

El actual estudio está compuesto por los siguientes IV CAPÍTULOS, en los cuales el CAPÍTULO I abarca la FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. En esta sección se desarrollará el análisis de la situación conflictiva desde el punto de vista internacional, local y nacional. A partir de ello, se establecerán las interrogantes y se determinarán los objetivos a alcanzar a lo largo del desarrollo del estudio, El CAPÍTULO II está relacionado con el MARCO TEÓRICO, en esta sección se presentó la fundamentación conceptual vinculada al tema. El CAPÍTULO III está constituido por la METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, en esta parte se abordará el enfoque y diseño del estudio, los recursos aplicados, el lugar, la muestra y la población involucrada, junto con los procesos esgrimidos. Finalmente, el CAPÍTULO IV comprende los RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ESTUDIO, en esta sección se expondrán los hallazgos obtenidos en relación con cada propósito propuesto, y con base en los antecedentes se efectuara el análisis conveniente del estudio.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

La condición del H₂O es uno de los temas más críticos en la agenda ambiental global, pues perjudica tanto del ser humano, así como los ecosistemas. Según la OMS (2019), aproximadamente 2,2 mil millones de individuos carecen de entrada a H₂O potable gestionada de manera segura, y un porcentaje significativo de las enfermedades infecciosas se asocia con la polución de fuentes hídricas. Entre las principales amenazas a la condición del H₂O se encuentran la polución por diligencias industriales, agrícolas y urbanas, así como el cambio climático, que exacerba la carencia de H₂O y altera los ciclos hidrológicos.

En el contexto peruano, la condición del H₂O es un tema de creciente preocupación debido a la presión ejercida por diligencias económicas como la explotación, la agronomía intensiva y la expansión urbana descontrolada. De acuerdo con la Fiscalización Ambiental y el Organismo de Evaluación (2021), más del 20% de las corporaciones de H₂O monitoreadas en el país presentan niveles de polución que exceden los estándares permisibles, con metales sólidos y coliformes fecales como los contaminantes más comunes. Esta situación no solo compromete al bienestar comunitario sino también la sostenibilidad de los recursos ácueos.



En Puno, la problemática de la condición del H₂O es particularmente alarmante debido a la presencia de actividades que generan descargas contaminantes, como la minería informal, el H₂O remanente sin procesamiento y el mal conducción de restos sólidos. Estas prácticas afectan tanto a las entidades de H₂O de superficies como al Lago Titicaca, que es uno de los ecosistemas más emblemáticos de la región y una fuente vital de recursos para sus comunidades.

El afluente Coata, en el tramo correspondiente al puente Maravillas, enfrenta problemas graves de polución que amenazan su condición y su función como recurso hídrico esencial para la población de Juliaca y áreas aledañas. Los descensos de líquidos remanentes industriales y hogareños, así como la actividad agrícola, han generado un incremento en la carga de polucionantes como fosfatos, nitratos y coliformes fecales. Esta situación vulnera la salubridad de los individuos que dependen de su H₂O, sino también el equilibrio ecológico del afluente.

La necesidad de evaluar y monitorear la condición del H₂O esgrimando herramientas como el ICA es imperativa para determinar el estado actual del afluente Coata y diseñar estrategias de mitigación que contribuyan a su manejo sostenible y recuperación.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del agua del río Coata en el punto de prueba Puente Maravillas utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA), Puno – 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las concentraciones de metales pesados presentes en el río Coata?

- b) ¿Qué concentración tendrán los parámetros físico-químicos del agua del río Coata?
- c) ¿Qué concentración tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua del río Coata en el punto de prueba Puente Maravillas utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA), Puno – 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Cuantificar la concentración de los metales pesados presentes en el río Coata.
- b) Determinar la concentración de los parámetros físico-químicos del agua del río Coata.
- c) Determinar la concentración que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Práctica

El actual estudio es de gran relevancia práctica puesto que permite obtener un diagnóstico claro y preciso sobre el estado de la condición del H₂O en el afluente Coata, específicamente en el punto de prueba puente Maravillas. Esgrimiendo el ICA, se pueden identificar y priorizar los parámetros críticos que afectan este recurso hídrico, facilitando el proceso decisional fundadas en evidencia técnica. Los efectos servirán como base para ulteriores indagaciones y para instituciones responsables de las gestiones de recursos hídricos en la región.



Asimismo, esta evaluación brinda un instrumento útil para implementar y diseñar estrategias de mitigación y control de la contaminación del afluente Coata. La información generada puede integrarse en planes de monitoreo continuo, lo que permitirá a las autoridades locales actuar de manera oportuna para mejorar la condición del H₂O y garantizar su sostenibilidad con fines de alimentación humana y otros usos.

1.4.2. Justificación social

El afluente Coata es una fuente esencial de H₂O para las comunidades aledañas, quienes dependen de él para actividades domésticas, agrícolas y ganaderas. Sin embargo, la contaminación de este recurso influye principalmente la salud de los pobladores, intensificando la repercusión de males vinculadas con el consumo de H₂O no idónea. Este estudio es fundamental para proteger el bienestar de estas comunidades al identificar los riesgos asociados con la condición del H₂O y promover acciones correctivas que reduzcan estos impactos.

Además, los resultados de esta investigación fortalecerán la cognición social respecto a la conveniencia de resguardar los recursos hídricos y fomentarán la colaboración activa de la urbe en la conservación del afluente. Al proporcionar evidencia científica, se busca involucrar a las comunidades en fases de educación circunstancial y en la ejecución de medidas que ayuden a optimizar su condición de vida.

1.4.3. Justificación ambiental

El afluente Coata es un ecosistema importante que sustenta una diversidad de especies acuáticas y terrestres. Sin embargo, la contaminación afecta el equilibrio sostenible de la zona, amenazando la biodiversidad y los beneficios ecosistémicos



que este recurso proporciona. La apreciación de la calidad hídrica en el puente Maravillas es crucial para identificar las principales amenazas ambientales y diseñar estrategias de restauración que beneficien tanto al ecosistema como a las comunidades dependientes del afluente.

Este estudio también contribuirá a la conservación de las reservas hídricas en la zona al generar datos que apoyen la ejecución de políticas públicas de protección ambiental. La identificación de los contaminantes más críticos permitirá orientar esfuerzos hacia una gestión sostenible del afluente Coata, garantizando su función como parte integral del entorno natural y como recurso vital de cara a las próximas generaciones.

1.4.4. Justificación económica

La polución del afluente Coata genera costos económicos significativos tanto para los habitantes como para las instituciones locales. Estos incluyen el procesamiento de enfermedades relacionadas con la ingesta de H₂O contaminada, La reducción de la producción ganadera y agrícola, y los gastos asociados al procesamiento de H₂O s para hacerlas aptas para el consumo. Este estudio permitirá cuantificar estos impactos indirectamente, contribuyendo a diseñar políticas que reduzcan los costos asociados a la polución hídrica.

Asimismo, al proponer estrategias de manejo sostenible del H₂O basadas en los resultados de la investigación, se pueden generar ahorros a largo plazo para las comunidades y los gobiernos locales. Una gestión adecuada del afluente Coata no solo garantiza el acceso a un recurso vital, sino que también potencia diligencias económicas sostenibles, como la agricultura y el periplo, que dependen de la disponibilidad de H₂O limpia y segura.



1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La calidad del agua del río Coata en el punto de prueba Puente Maravillas utilizando el Índice de Calidad de Agua es apta para consumo humano en base al índice de calidad del agua.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) Las concentraciones de metales pesados presentes en el río Coata es significativa
- b) La concentración que tendrán los parámetros físico-químicos del agua del río Coata es significativa.
- c) Las concentraciones que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata es significativa.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

- Calidad del agua del río Coata.

1.6.2. Variable dependiente

- Condición del agua según ICA.



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación.

Variable	Dimensión de análisis	Indicadores	Unidad de medida
Variable Independiente: Calidad del agua del río Coata.	Metales pesados.	Concentración de plomo, arsénico, cadmio.	Miligramos por litro (mg/L).
	Parámetros físico-químicos.	pH, conductividad eléctrica, turbidez, nitratos, fosfatos.	Escala de pH, NTU, mg/L.
Variable Dependiente: Condición del agua según ICA.	Indicadores microbiológicos.	Presencia de coliformes fecales y Escherichia coli.	Unidades formadoras de colonias (UFC/100 ml).
	Índice de Calidad de Agua (ICA).	Clasificación del agua (buena, regular, mala).	Categorías del ICA (cualitativa/numérica).



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el diagnóstico presentado por Carrillo y Urgiles (2016) tuvo como propósito establecer el ICA-NSF de los afluentes Pindilig y Mazar, probados a lo largo de la fase Mayo-Noviembre 2015, en donde el método esgrimido es de tipo sin experimentación, la toma de muestra se ejecutó en el tiempo de Mayo–Noviembre del 2015, las áreas para la recolección de muestras se eligieron según la cercanía de los orígenes de polución y de los efluentes, de igual manera, estos lugares facilitaron el acceso para la recolección de muestreos, cercanos a viaductos, lo cual nos consintió llevar a cabo las diligencias planeadas con éxito, poseyendo las siguientes derivaciones para la oquedad elevada y baja: temple = 11 y 15 °C, pH = 7.67 y 7.33, OD = 8.5 y 8.6 mg/l, turbiedad = 8.48 y 16.2 NTU, DBO = 0.73 y 0.95 mg/l, Ni = 0.245 y 0.351 mg/l, SDT = 77 y 74 mg/l y col totales = 2,20E+02 y 1100* NMP/100ml.

De acuerdo a Pavón y Rocha (2015) en su investigación tuvo el fin de formar una referencia inicial como fundamento para la elección de decisiones en el uso integral de la subcuenca, la metodología empleada fue mediante parámetros



fisicoquímicos, biológicos y microbiológico para establecer la línea de referencia como apoyo a la elección de disposiciones en la gestión integrada de oquedades. Se aplicó el método Biological Monitoring Working Party BMWP/Col. para evaluar el estado biológico del H₂O superficial. La codificación biológica del H₂O del afluente muestra 2 categorías: clase II (livianamente polucionante) y clase III (dudosa), dependiendo de las diligencias agrarias en la zona. El diagnóstico bacteriano reveló niveles muy altos de col totales y fecales (superiores a 1.200 NMP/100 ml), lo que prohíbe su consumo humano o uso doméstico según la Norma Regional CAPRE (1994), debido al riesgo vinculado a la salud: la razón entre DBO₅/DQO es de 0.01 mg/l en la parte alta, 0.15 mg/l en la parte media y 0.02 mg/l en la parte baja, sugiriendo que en algunas áreas de la cuenca menor se realizan desechos inorgánicos que son complicados de limpiar biológicamente.

Sin embargo, Montoya (2018) en su investigación, tuvo como objetivo valorar los estados fisicoquímicos del caño Pilatos en los tramos H₂O arriba y H₂O abajo. En la metodología aplicada, se agruparon las zonas y se efectuaron los vertimientos de las H₂O de cambio de los reservorios, realizando 2 controles de cuantía y de estados. Los resultados revelaron cargas contaminantes superiores en la temporada seca, con valores de DBO₅ de 52.66 kg/día, DQO de 115.53 kg/día, SDT de 186.37 kg/día y col totales de 211,204 NMP/100mL. En contraste, durante la temporada de lluvias, los SST fueron más altos con 129.75 kg/día, PT de 2.11 kg/día y nitratos de 2.35 kg/día, Se registró un nitrógeno amoniacal de 6.56 kg/día y col fecales de 8,11 NMP/100mL. Los niveles reportados para los indicadores fisicoquímicos de los desechos de la piscícola El Origen se ajustaron a las cifras máximas permitidas. El estado del H₂O en el P2CP, H₂O abajo de los vertidos piscícolas, mostró un deterioro en comparación con las mediciones previas: el



oxígeno diluido en condiciones óptimas llegó a buena condición, la DBO5 de insegura a mala, la DQO de buena a admisible, y los SST y SDT de sobresaliente a satisfactorio. Los indicadores que mostraron el escenario más peligroso en este estudio fueron DBO5 y nitrógeno amoniacal.

Por otro lado, González (2008) En la metodología se establecieron 10 zonas de muestreo a lo largo de los 42 km aproximados del afluente. Se llevaron a cabo 60 muestreos de H₂O superficial en tres fechas: el 30 de septiembre de 2005, el 23 de octubre de 2006 y el 31 de marzo de 2006. Los muestreos fueron enviadas al recinto de Microbiología del IMPV para su evaluación. Los hallazgos obtenidos son los siguientes: en la primera muestra, los niveles de coli fecales más altos fueron de 3,500 NMP/100 ml en el punto Puente Cruces; en el tercer muestreo, 9,000 NMP/100 ml en el mismo lugar y en el segundo muestreo, 5,000 NMP/100 ml en el Puente Leufucade N° 2. Los niveles más inferiores de col fecales en la primera muestra se reportaron 50 NMP/100 ml en las localizaciones de la Subestación CGE Loncoche y Puente Reyes. En la segunda muestra, se observó un mínimo de 130 NMP/100 ml de coliformes fecales en el sitio Puente Reyes, y durante la tercera toma de muestras, en el lugar Subestación CGE Loncoche. Los hallazgos enseñan que la polución fecal fue más reducida en el primer y tercer muestra, lo cual se debe probablemente a las fuertes precipitaciones y el aumento del caudal del afluente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

considerando a Jiménez y Llico (2019) en su tesis, se propuso examinar el estado del H₂O del afluente Muyoc a través del ICA – PE, lo que incluyó el estudio de indicadores microbiológicos, químicos y físicos. El diagnóstico se ejecutó mediante cálculos realizados en cada monitoreo, considerando 3 puntos de muestra: P1 en la cabecera de la oquedad, P2 en el punto medio y P3 en el punto



bajo de la oquedad. El propósito fue determinar si el estado del H₂O era competente o no competente para irrigar cultivos y la ingesta animal. Los hallazgos obtenidos indicaron que, en el primer monitoreo, los niveles de cloruros fueron M₁= 9217.77, M₂= 7090.5 y M₃= 7799.5, y el pH presentó valores de M₁= 4.5, M₂= 4.02 y M₃= 4.3, lo que excede los límites definidos por el ECA - H₂O. En el segundo diagnóstico, se encontró que los indicadores no superaron los valores definidos por el ECA – H₂O. No obstante, al emplear el ICA – PE, se estableció que el estado del H₂O en la primera observación realizado durante la época de estiaje era BUENA, y en la segunda observación, durante el tiempo de lluvias, fue EXCELENTE.

En cambio, Bedregal et al. (2009) en su diagnóstico se propuso evaluar la condición del H₂O del afluente Rímac en Lima, Perú, empleando el ICA. Su enfoque metodológico incluyó el análisis de datos obtenidos de 09 zonas en la cuenca alta, a partir de 05 campañas de muestras realizadas durante la primavera (3), invierno (a) y verano (1) en el año 2009. Los hallazgos alcanzados fueron los siguientes: los valores de pH se ubicaron adentro del intervalo permitido por el ECA de H₂O, entre 5.5 y 9.0. Los picos más elevados fueron 8.82 y 8.81, obtenidos en la estación E-01, mientras que los más bajos, de 6.57, se registraron en las estaciones E-1A y E-2B, situadas después de la descarga de la Minera Volcán y Los Quenuales. En cuanto a la conductividad eléctrica, los valores más elevados fueron en las zonas E-1A y E-2A, con 1370 μ S/cm y 1237 μ S/cm. Los nitratos se encontraron en las siguientes estaciones: E-1A con 51.1 mg/L en la observación de septiembre, E-2A con 16 mg/L en octubre, y E-2A y E-2B con 12.56 mg/L y 16.74 mg/L, correspondientemente, en la muestra de noviembre. En las derivaciones obtenidos, se detectaron reuniones de metales sólidos que superaron el valor límite en la



muestra de agosto, particularmente para Mn y Pb en los sitios de control E-1A, E-2A, E-2B y E-2C. El valor inmenso para Mn fue 1.96 mg/L y para Pb fue 1.0 mg/L en la zona E-2B. Además, en los monitoreos de septiembre y octubre asimismo se observaron niveles por arriba del límite para Mn, alcanzando 18.25 mg/L en la zona E-1A en septiembre y 15.89 mg/L en la estación E-2A en octubre. Finalmente, en el control de diciembre, se superaron los límites relativas a As, Cd, Cu, Mn y Pb en el sitio E-1A, siendo 36.45 mg/L el valor más alto de Mn registrado durante la temporada de muestreo.

En la investigación de Custodio et al. (2017) Se buscó evaluar la condición del H₂O del afluyente Cunas utilizando indicadores biológicos y fisicoquímicos para identificar las áreas que presentan un óptimo grado de preservación en el ciclo de enero hasta diciembre de 2013. La metodología empleada incluyó sistemáticas de control, explicación y descripción, y el diseño fue longitudinal y no experimental. Se establecieron tres áreas de muestra: Huarisca (Chupaca), Pilcomayo (Huancayo) y Angasmayo (Concepción). Se tomaron muestreo de H₂O en recipientes plásticas de 2 L y botellas de cristal estériles para evaluar el conjunto de Ni, fosfatos y coliformes resistentes al calor. Los indicadores analizados en el lugar incluyeron OD (mg/l), STD (mg/l), temple (°C), turbidez (FTU) y pH. Las mediciones fueron realizadas esgrimiendo equipos portátiles de Hanna Instruments. Además, los muestreos de macroinvertebrados bentónicos se llevaron a cabo con una malla Surber de malla de 250 µm. Según las evaluaciones del INSF, Angasmayo manifestó un estado de H₂O buena (75.14 en la temporada de lluvias y 74.23 en estiaje), Pilcomayo un estado medio (61.39 en lluvias y 55.82 en estiaje), y Huarisca también se consideró de calidad media (67.96 en lluvias y 65.22 en bajante). En cuanto al índice EPT, Angasmayo mostró una condición buena, Huarisca una



condición regular y Pilcomayo una condición mala. En conclusión, Angasmayo tuvo una H₂O de buena calidad tanto en lluvias como en estiaje, Huarisca presentó un estado regular o medio y Pilcomayo estuvo en condición media como el INSF y mala como el EPT.

El análisis realizado por Gamboa (2016) el estudio el propósito fue ejecutar un análisis fisicoquímico del H₂O del afluente Cacara, que incumbe a la oquedad del afluente Cañete en Yauyos, Región Lima, Perú. La metodología consistió en llevar a cabo 2 campañas de muestra, una en mayo y otra en julio de 2015, durante las épocas de aguaceros y bajada, proporcionalmente. Se establecieron 6 puntos de muestras. Se realizaron mediciones en el lugar y se sacaron muestreos para su estudio en recinto en cada uno de los puntos establecidos. Las derivaciones conseguidas indicaron que los niveles de los indicadores en el afluente Cacara no exceden los límites fijos por la normativa nacional para el H₂O consignada al regadío de cultivos y consumo animal. No obstante, el afluente Paluche, que es afluente del Cacara, no desempeña con los valores del ECA para fosfatos (1.051 mg/L), pH (6.03) y hierro (1.005 mg/L). Además, el estudio señaló que el afluente Lincha compromete la calidad del agua potable del afluente Cacara.

Sin embargo, Costa (2019) en su indagación, el objetivo fue analizar los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos del H₂O en 6 afluentes cercanos al afluente Chillón durante ese período. El diseño de estudio fue experimental, y se ejecutaron 12 muestreos cada mes para ejecutar los análisis microbiológicos y fisicoquímicos. Las derivaciones fueron las siguientes: la turbidez mostró un valor promedio más alto en la estación 4, alcanzando los 647.6 NTU, mientras que la estación 6 presentó el valor más bajo con una media de 110.3 NTU. El pH promedio durante los seis meses fue de 8.12. La temperatura promedio en las seis estaciones



fue de 22.9°C durante todo el periodo de estudio. Las conductividades expusieron un valor promedio de 1040 μ S/cm. En cuanto a la dureza total, el valor promedio de las seis estaciones fue de 386.77 mg CaCO₃/L. Los niveles de cloruros en las estaciones variaron entre 39.16 mg/L y 31.98 mg/L, y las cifras de col totales fluctuaron entre 6.8 NMP/100 ml y 920 NMP/100 ml. Igualmente, se observó que los niveles de coliformes resistentes al calor transformaron entre 4.5 NMP/100 ml y 920 NMP/100 ml, encontrándose adentro de valores señalados por los ECA's (2017) para H₂O destinada al regadío de vegetaciones y al consumo animal.

En cambio, Echavaudis (2023) en su tesis tuvo como propósito establecer la situación del H₂O para riego en el afluente Cunas, ubicado en Chupaca, Junín. La sistemática empleada fue experimental, en la que se realizaron muestreos de H₂O en tres puntos del afluente. Los muestreos fueron acopiados en envases de polietileno de 1,5 L, después de dejar circular H₂O durante 10 a 15 min. Los diagnósticos se ejecutaron en los recintos de la UNCP. Se consiguió un valor promedio de temple de 5.6°C, con un pH de 10.4. El OD presentó un valor de 12.8 mg/l. En lo relacionado a los coliformes resistentes al calor, los valores oscilaron entre un mínimo de 4.3 NMP/100 ml y un máximo de 5.5 NMP/100 ml, con un promedio de 4.95 NMP/100 ml.

En la investigación de Izquierdo y Verástegui (2016) tuvo como fin primordial evaluar los niveles de metales Cd, Cr, Pb, Cd, As y Hg en el H₂O de esta oquedad. La investigación siguió un enfoque comparativo y descriptivo, y se arrebataron muestreos de 1 L en seis estaciones de control durante las temporadas de lluvias y estiaje (12 muestras en total). Los hallazgos revelaron que los niveles se mantenían dentro de los LP por el D.S. N°015-2015-MINAM para H₂O de superficies clase 3 (D1: regadío de cultivos y D2: consumo animal). En mayo,



durante la temporada de lluvias, se detectaron metales como As en 2 puntos (P5: 0,003 mg/L y P4: 0,001 mg/L), Cd en 5 puntos (P6, P5, P4, P3 y P2 con 0,001 mg/L), y Hg en 2 puntos (P6: 0,007 mg/L Y P3: 0,004 mg/L). Durante el estiaje en noviembre, se encontró Arsénico en 3 puntos (P4: 0,006 mg/L, P2: 0,005 mg/L y P1: 0,004 mg/L,) y Pb en 2 puntos (P3: 0,003 mg/L Y P6: 0,004 mg/L). No se hallaron Cromo ni Mercurio en ninguno de los puntos muestreados.

2.1.3. Antecedentes regionales

En el diagnóstico de Capacoila (2017) el propósito primordial fue valorar la reunión de metales sólidos en las H₂O de superficies del afluente Coata, que forma parte de la oquedad hidrográfica del lago Titicaca. La investigación se realizó a través de muestreos en dos estaciones (época de lluvias y bajones) en 5 puntos clave, examinando los niveles de metales esgrimiendo el método de Espectrometría de Manifestación Atómica. Las derivaciones mostraron que las reuniones máximas yacieron: Al 1.042 mg/L, Cd 0.000 mg/L, Cr 0.000 mg/L, Fe 0.855 mg/L, Mg 0.461 mg/L y Hg 0.000 mg/L. De estos, Al, Fe y Mg excedieron los límites establecidos, mientras que Cd, Cr y Hg no variaron dentro de los valores fijados según los ECA para H₂O del MINAN. El análisis concluye que la polución del afluente Coata se debe primariamente a la evacuación no controlada de H₂O remanentes y desperdicios sólidos provenientes de Juliaca.

Considerando la investigación de Sucapuca (2022) su intención fue valorar el nivel del H₂O del afluente Crucero. La indagación esgrimió dos técnicas: el ICA-PE y el Índice de estado de H₂O del (CCME-WQI). Se arrebataron muestreos en 5 pts de control (P1, P2, P3, P4, P5) durante las estaciones de estiaje y avenidas. Las derivaciones del ICA-PE mostraron que los puntos P2 y P1 fueron clasificados como "EXCELENTE" durante el estiaje, mientras que P3 presentó la condición más



baja ("MALO") en ambas épocas. P4 y P5 fueron catalogados con una condición "REGULAR". Según el CCME-WQI, durante el estiaje, P4 y P5 recibieron una calificación de "MARGINAL", mientras que P3 fue calificado como "POBRE". En la época de avenidas, P1 y P2 fueron calificados como "MARGINAL", y P3, P4, y P5 fueron evaluados con la condición "POBRE". Se concluye que la descarga de H₂O remanente afecta denegadamente el estado del H₂O del afluente Crucero.

En cambio, Inquilla (2020) el diagnóstico se ejecutó entre mayo y julio de 2019, con muestras tomadas en tres puntos clave del afluente. Se utilizó el protocolo establecido por el MINAGRI (2016) para H₂O potables y remanentes. Para el análisis fisicoquímico, los muestreos fueron recolectados en botellas de vidrio con capacidades de 500 ml a 1000 ml, y transportadas en una caja térmica para mantenerlas refrigeradas. Los muestreos fueron rotulados y embajadoras inmediatamente al recinto. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: pH de 7.50, 7.64, 7.57 unid; conductividades eléctricas de 1195.67, 672.67 y 620.33 μ S/cm; sólidos totales diluidos de 336.33 mg/L y 598.00, 309.67; sulfatos de 65.00 y 73.80, 61.63 mg/L; dureza de 347.62, 293.69 y 307.78 mg/L, todos dentro de los límites permitidos. Además, la DBO fue de 5.03, 3.96 y 4.13 mg/L, la DQO fue de 12.57, 9.83 y 10.33 mg/L, y los cloruros fueron de 342.56, 309.90 y 272.58 mg/L. Respectivamente a los metales sólidos, se encontraron valores de plomo de 0.005, 0.007 y 0.008 mg/L, As de 0.028, 0.030 y 0.027 mg/L, y cadmio de 0.004 mg/L en los diversos pts, superando los valores permitidos según los ECA (2017). No se detectó mercurio (Hg) en ninguno de los puntos. En conclusión, el estudio señala que las H₂O del afluente Coata presentan una condición deficiente.

Por otro lado, Quispe (2019) tuvo el objetivo fue evaluar la contaminación en los organismos acuáticos, sedimentaciones y demás componentes ecológicos. La



determinación se realizó en 2 períodos del año, durante la temporada de crecidas y estiaje del 2017, en cinco puntos estratégicos. Las manifestaciones encontradas variaron, con un mínimo de 3.75 mg/kg de Pb, 0.10 mg/kg de Cd y 4.10 mg/kg de Cr, y un máximo de 16.50 mg/kg de Pb, 28.41 mg/kg de Cr y 0.70 mg/kg de Cd. Ciertos valores mínimos excedieron los límites aceptables determinados por las Normas de CAS del Ministerio del Ambiente de Perú. Se identificó que el origen principal de la polución fue la diligencia humana, especialmente el impacto de las H₂O residuales provenientes de Juliaca. La medición de dichos metales se realizó mediante análisis espectral de asimilación atómica, siguiendo el Método EPA.

En cambio, Coila (2022) tuvo el propósito principal fue evaluar el estado del H₂O en esa área de unión de las corrientes Torococha y Coata, así como identificar los indicadores químicos-físicos, la carga biológica que afecta el estado del H₂O y la concentración de elementos metálicos sólidos. La metodología utilizada sigue las normativas y disposiciones del MINAM. El enfoque del análisis es cuantitativo, con un diseño tanto descriptivo como experimental. Se realizaron análisis de muestras en laboratorio utilizando el ICP-MS, y los resultados fueron cotejados con LMP y la normativa D.S. N° 004-2017 MINAM. Las cifras obtenidos de los indicadores fisicoquímicas, como el pH, las conductividades y los sedimentos en suspensión, muestran que los sólidos suspendidos superan los LMP. La DBO (M2) fue de 98 mg/l, los coliformes (M2) alcanzaron 49000 NMP/100ml, las conductividades (M1, M2, M3) llegó a 2140 μ S/cm, la BQO (M2) fue de 216 mg/l, los sólidos suspendidos (M2) fueron de 29 mg/l y los aceites (M2) fueron de 10.3 mg/l. Estos parámetros exceden los LMP, lo cual hace que el H₂O no sea apropiada para beber. Los análisis químicos determinaron la presencia de los siguientes metales sólidos: Cr M2, 0.00054 mg/l, Cd M1, 0.00005 mg/l, Hg M2, 0.0005 mg/l, Pb M3, 0.0009 mg/l,



, As M3, 0.02782 mg/l, Zn M2, 0.016 mg/l, Cu M2, 0.002 mg/l todos dentro de los LMP.

Por último, Espinoza (2022) tuvo el objetivo de hallar la reunión de los indicadores químicos y físicos en las H₂O del afluente Coata, (Viaducto Independencia) área baja – Distrito de Coata 2022. El método ejecutado en el análisis consistió en el análisis de las muestras sin realizar modificaciones, adoptando un enfoque no experimental. Se realizaron cuatro muestras de H₂O de superficie, una en la zona del Puente Independencia, otra en la zona urbana de Coata, una más en las cercanías de la laguna Coatza, y la última en las proximidades de la desembocadura del afluente Coata. Los diagnósticos fisicoquímicos fueron realizados en laboratorio. El enfoque del estudio fue cualitativo, y el diagnóstico estadístico se ejecutó por medio la prueba T-test para un muestreo, con una fiabilidad del 95%. Los hallazgos obtenidos de los indicadores físicos en el área del afluente Coata mostraron un temple de 12,9 °C, CE de 393 y 461 μ S/cm, SDT de 117,41 y 228 mg/L, turbidez de 7,56 y 0,90 NTU, sulfatos de 253 y 215,60 mg/L, cloruros de 307,90 y 319,90 mg/L, y pH de 8,11 y 8,27 unidades. Al realizar las comparaciones, se concluyó que la conductividad eléctrica se encuentra por debajo de los niveles fijados, el pH está dentro de los límites establecidos, pero el resto de los indicadores excede las normativas de estado del H₂O, lo que impacta negativamente la desembocadura del lago Titicaca.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

Como el MINSA (2011) menciona que el H₂O es uno de los recursos más esenciales y escasos a nivel mundial, y nuestra patria no es una irregularidad. Múltiples comunidades se ven ineludibles a utilizar fuentes de H₂O de mala calidad,



lo que genera una gran cuantía de problemáticas de salubridad en niños como también en adultos.

Del mismo modo, el líquido vital es uno de los recursos básicos para la subsistencia en general y el mantenimiento de los entornos naturales. Es un bien limitado, reducido y vulnerable, pero crucial para el avance económico y comunitario de las poblaciones, ya que, sin suficiente cuantía y pureza del agua, se impediría tanto la vida como el progreso, ni tampoco la armonía social (Ocola S, J. & Laqui V, W., 2017).

Por otro lado, el H₂O es un recurso nativo limitado, cuyo estado debe ser resguardada, gestionada, definida y procesada en consecuencia. Es una de las sustancias más presentes en el entorno natural, ocupando cerca del 75% de la extensión del planeta. Asimismo, las fuentes de H₂O potable deben mantener una calidad particularmente alta. El mandato del estado del H₂O regula la polución de principio humano, garantizando su efectividad y la eliminación de empleados contaminantes e contagiosos que puedan comprometer la salubridad de los individuos. Se puede entender la calidad del H₂O como la cabida inherente del H₂O para satisfacer las usanzas que se le pueden dar (Lanza Espino & Hernandez Pulido , 2000).

El H₂O es el recurso más abundante en el área terrestre, cubriendo proximidades del 71% de la epidermis terrestre. Forma parte de los mares, los afluentes y los aguaceros, conjuntamente de ser un elemento fundamental para los diversos seres vivos. El transporte del H₂O en los ecosistemas se realiza por medio de una secuencia que abarca la gasificación o sudor, el desplazamiento hacia los océanos y la precipitación (Porto & Gardey, 2010).



2.2.2. Calidad del agua

El estado del líquido vital se ha relacionado con su uso en la alimentación humana, considerando que el H₂O es adecuada cuando puede ser consumida sin riesgos para la salubridad. En este sentido, el estado del H₂O puede identificarse por el nivel de partículas sólidas y gases, que pueden estar en suspensión o disolución (Mendoza, 1996).

Desde una perspectiva administrativa, la calidad del H₂O se establece en función de su propósito final. La definición de la calidad del H₂O puede ser bastante amplia; según Cutimbo (2012) el estado del H₂O alude a las "particularidades químicas, biológicas y físicas del H₂O necesarias para mantener las usanzas requeridas". Es fundamental destacar que, una vez esgrimida, el H₂O generalmente regresa al sistema hidrológico y, si no se trata apropiadamente, puede poseer un impacto perjudicial en el medio ambiente (Mendoza, 2007).

El acceso al H₂O potable para la ingesta humana constituye una garantía básica y un asunto prioritario para batallar la pobreza. El H₂O se piensa de condición cuando es segura para la ingesta humana, lo que implica el alejamiento de microbios coliformes totales y fecales, tal como de metales pesados y minerales dañinos (OMS, 2015).

Los indicadores de condición del H₂O se vinculan con los factores físicos, microbiológicos y químicos

- **Factores físicos:** La condición del H₂O alterada por las sustancias puede no ser perjudicial, pero modifica su apariencia, como los sólidos en suspensión, el color, el temple y la turbidez, (Frias & Montilla, 2016)



- **Factores químicos:** Los procedimientos industriales provocan polución en el H₂O cuando están presentes metales sólidos peligrosos, en tanto que la agricultura contamina al usar abonos que son desplazados hacia las H₂O, fundamentalmente nitritos y nitratos, entre otros (Frias & Montilla, 2016).
- **Factores Microbiológicos:** Es relacionado con la ingesta de H₂O polucionada con inmundicias animales o humanos, no obstante, puede haber demás fuentes y caminos de exposiciones significativas (Frias & Montilla, 2016).

2.2.3. Contaminación del cuerpo de agua

La polución de los líquidos de superficie proviene de vertientes eventuales y permanentes, que suman elementos tóxicas, así como de los vertidos de líquidos en sistemas hídricos como el mar, los afluentes, las cuencas, entre otros. Estos factores modifican la condición del H₂O, ya que, en la actualidad, la mayor parte de la polución proviene de las diligencias humanas. Estas poluciones se liberan a través de residuos sólidos que afectan negativamente las H₂O remanentes, el proceso de eutrofización o el vertido de desechos, los cuales son trasladados a los afluentes, penetran en los acuíferos o descargan en lagos y mares (Villena, 2018).

Las poluciones presentes en los cuerpos de H₂O que afectan principalmente la relación de los afluentes son sustancias de comienzo diverso y diferente composición química, del cual manifestación en el entorno no es percibida como relevante en cuanto a su comercialización o reunión, por lo cual generalmente pasan desapercibidos; a pesar de, en la actualidad se están detectando en mayor cantidad y podrían ocasionar impactos ecológicos y efectos perjudiciales sobre la salubridad (Villagomez, 2021).



La particularidad de estos conjuntos de poluciones no requiere estar presentes de manera constante en el entorno para generar efectos adversos, ya que sus elevadas tasas de transformación y eliminación pueden ser contrarrestadas por su constante liberación al ambiente (Coila Yana, 2022).

2.2.4. Río

Un afluente es un cuerpo de H₂O que se desplaza desde su fuente hasta desembocar en otro afluente, un lago o el mar. Su caudal puede ser mayor o menor según las partes del afluente y puede nutrirse de varias fuentes: lluvias, escorrentía superficial, manantiales, filtraciones y H₂O de deshielo en regiones con glaciares o nieve (Igua, 2020).

Según Igua (2020) indica que los afluentes tienen las siguientes partes:

- a. **Curso superior:** Es la zona donde comienza un afluente, generalmente en áreas de relieve, y tiene la apariencia de un torrente. Se caracteriza por su alta capacidad para erosionar y transportar materiales.
- b. **Curso medio:** Es la zona del afluente en la que se ensancha y la pendiente disminuye. Se caracteriza por la acción erosiva, el transporte de materiales y la sedimentación.
- c. **Curso inferior:** En esta área del afluente, la pendiente y la velocidad del H₂O disminuyen. Los sedimentos que transporta se van depositando, y al llegar a su desembocadura, puede formar un estuario o un delta debido a la acumulación de grandes depósitos aluviales.



2.2.5. Contaminación de ríos

El H₂O es esencial en la existencia, ya que sin ella ningún organismo puede sobrevivir. Por lo tanto, cualquier comunidad industrial hace uso de grandes volúmenes de H₂O, lo que resalta su preeminencia para la vida. De igual manera, las fuentes de H₂O y el acceso al H₂O potable son limitados, ya que, aunque el H₂O es una fuente renovable, su recobro demandaría una gran cuantía de tiempo y dinero, lo que conmovría no solo el estado de existencia de los seres vivientes, sino asimismo las diversas diligencias económicas y sociales (Torres, 2016).

Debido a esta razón fundamental, es esencial combatir la contaminación de los afluentes, no solo para conservar el medio ambiente, sino también para resguardar la flora y la fauna que existen en ellos.

Ramírez (2006) indica que la polución de los afluentes consistiría en la introducción de materiales ajenos al H₂O, tales como:

- Microorganismos.
- H₂O remanentes.
- Productos químicos.
- Residuos industriales y demás.

2.2.6. Parámetros de evaluación de calidad ambiental

Existen diversas inconstantes para evaluar la recepción ambiental del H₂O para beber y uso doméstico, dependiendo de la usanza que se le dé o de la diligencia de la que descienda. En cuyo caso, solo se muestran los indicadores ambientales del H₂O relacionados con fundamento en la definición operacional de las variables del estudio (Palomino Quispe, 2023).



2.2.6.1. Parámetros fisicoquímicos del agua

Son las propiedades químicas y físicas que permiten valorar el estado del H₂O y determinar su volumen para diferentes procedimientos, como ingestión por el ser humano, riego, actividades recreativas o industriales. Estos parámetros reflejan la composición y el estado del H₂O en términos de sus particularidades químicas y físicas, y son fundamentales para identificar posibles contaminaciones o alteraciones ambientales (Palomino Quispe, 2023).

Los principales parámetros químicos - físico del H₂O

a. Potencial Hidrogeno pH

Como Trujillo et al., (2008) El pH es un indicador que delimita el grado de basicidad o acidez del H₂O. Un pH menor a 7.0 refleja un nivel más ácido, en tanto que un valor por encima de 7.0 representa alcalinidades. La generalidad de las H₂O nativas conservan un pH que fluctúa entre 4 y 9, no obstante, diversas tienden a ser ligeramente alcalinas debido a los carbonatos y bicarbonatos presentes. El pH del H₂O se utiliza para evaluar su potencial corrosivo o la posibilidad de formación de depósitos (Mejia, 2005).

b. Temperatura

El valor variará según la región y el período del año en que se ejecute la medición. Esto impacta inmediatamente en las resistencias químicas, las tasas de reacciones, la existencia acuática y la aptitud del H₂O para otros usos. En los centros de procesamiento de H₂O residuales, puede interferir en los métodos biológicos de purificación.



Conjuntamente, la temperatura es un elemento clave en las mediciones del oxígeno: a mayor temple, mínima es la cabida del H₂O para disolver gases (Palomino Quispe, 2023).

c. Conductividad eléctrica

La conductividad es un valor numérico que refleja la habilidad del H₂O para conducir electricidad, lo que ayuda a determinar su salinidad. Esta capacidad está influenciadas a causa de la disponibilidad de iones, su abundancia y velocidad de migración, valencia y reunión referente, además del temple del H₂O. Dado que el H₂O posee una baja conductividad, se esgrime una medición indirecta para determinar la cantidad de sólidos disueltos o minerales presentes (Minaya Vela , 2017).

d. Turbidez

La turbidez de una colectividad de H₂O se origina por la existencia de materiales suspendidos, como arcillas, sedimentos, partículas de sílice y restos orgánicos. La cuantía de estos elementos se mide a través del grado de turbidez (OMS, 2011).

e. Dureza total

La dureza del H₂O está vinculada con la reunión de Ca y, en menor proporción, magnesios diluidos en su composición. Por lo general, se mide como el semejante de carbonato de Ca. Cuando el endurecimiento del H₂O excede los 200 mg/l, suele inducir la aparición de depósitos adherido, fundamentalmente en los sistemas de calentador (OMS, 2007).

f. Oxígeno disuelto

Es una medida que evalúa la cuantía total de oxígeno existente en un muestreo de H₂O. Las reuniones en las PTAR definen los estados aeróbicos, anóxicos, anaeróbicos y microaerofílicos, los cuales afectan los fenómenos metabólicos. El OD posibilita la respiración aerobia de los microorganismos bacterias facultativas y aeróbicos, así como de todos los seres vivos en ambientes acuáticos. Cuando las reuniones son bajas, puede ser mortal para los peces y demás organismos en cuerpos de agua nativas (Romero, 2002).

g. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Es un indicador que mide, en miligramos, la cuantía del oxígeno disuelto requerido para debilitar las sustancias orgánicas existentes en un litro de H₂O (Lipa, 2018).

h. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es un indicador analítico de polución que calcula la cuantía de material orgánico existentes en un muestreo líquido a través de una reacción de oxidación química. La fijación de la DQO evalúa el volumen de oxígeno consumido por las fracciones de MO presente en el muestreo que es apto a ser oxidada por un agente químico fuerte (Romero, 2002).

2.2.6.2. Parámetros microbiológicos del agua

Son indicadores que valoran la existencia y reunión de microbios en el H₂O, como bacterias, virus, protozoos y hongos. Estos parámetros son fundamentales para establecer el estado sanitario del H₂O y su volumen



para ingesta humana, actividades recreativas o uso agrícola (Ramos Flores, 2019).

a. Coliformes totales

Los coliformes totales son microbios perjudiciales de tipo Gram negativo que están presentes tanto en el ambiente como en los desechos fecales de animales y humanos. El H₂O puede contaminarse al ingresar en enganche con estos desechos, lo que podría provocar males digestivos (Lipa, 2018).

La clasificación de los coli totales no se apoya en corduras estrictamente basados en la nomenclatura, sino en cambios bioquímicos particulares o en el aspecto distintivo de las colonias en medios especializados (Garcia, 2006).

b. Coliformes termotolerantes

Se denominan, así como su óptima temperatura de acrecentamiento es de inclusive 45°C y son sobresalientes cuadros de esmero y H₂O, estos organismos exponen la coexistencia de polución de materia excrementicia en el H₂O (Lipa, 2018).

Los coliformes termotolerantes son una subcategoría de coliformes totales, idóneas de alterar lactosa a temple de 44.5°C. Cerca del 95% de coliformes existentes en las deyecciones fecales corresponden a *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Estos coliformes resistentes a altas temperaturas, que se ciñen únicamente en los desechos de animales endotermos, representan la métrica más

confiable para evaluar la contaminación fecal en aguas residuales reutilizadas en los hogares (Ramos Flores, 2019).

2.2.7. Metales pesados

Son síntesis químicas del cual la densidad supera en al menos 5 veces la del H₂O, que tiene una densidad de entre 1 y 4 g/cm³. La densidad específica mide la cantidad de material sólido en comparación con una cantidad equivalente de H₂O. Entre los metales tóxicos con una densidad específica prócer a cinco veces la del H₂O se incluyen el Fe (7.9), el Cd (8.65), el Hg (13.545) y el Pb (11.33) (Lide, 1992).

La comunidad científica aún no ha acordado una definición precisa de "metal pesado", y continúa siendo un tema de disputa. Una de las definiciones propuestas establece que un metal sólido es aquel del cual el peso determinado supera los 5 g/cm³. No obstante, esta definición no es adecuada para valorar los impactos tóxicos de ciertos metales en el entorno y los organismos vivos, por lo que se ha implementado una conceptualización alternativa: "un conjunto de metaloides o de metales vinculados a la polución y la posible toxicidad" (Cornelis & Nordberg, 2007).

Los metales encontrados en el H₂O son variados y, en su mayoría, provienen de acciones humanas, lo que induce secuelas dañinas en el entorno y la comunidad, además de disminuir aún más la limitada cuantía de H₂O disponible para ingesta humana.

Los metales sólidos pueden originarse de fuentes naturales o provocadas por labores humanas, y se caracterizan por su impacto tóxico en los seres acuáticos. Los compuestos que incluyen metales sólidos pueden sufrir modificaciones, pero los compendios metálicos persisten en el entorno y pueden



acumularse como iones o tal parte de componentes orgánicos en la materia viva en el transcurso de largos períodos (Chiang, 1989).

El concepto de "metal sólido" hace referencia a elementos metálicos de elevada densidad que son tóxicos o peligrosos inclusive en reuniones bajas, con un peso atómico entre 63.546 y 200.590. Aunque ciertos de estos metales son vitales para la existencia y terceros pueden ser beneficiosos, diversos tienen efectos negativos. La concentración a la que estos metales se vuelven tóxicos depende de la especie, siendo necesarios en pequeñas cantidades para algunas y peligrosos para otras (Capacoila Coila, 2017).

El descubrimiento de metales sólidos en el H₂O dulce es decisiva en los estudios de estado químico del H₂O debido a las toxicidades de estos compuestos. Los metales sólidos pueden tener efectos perjudiciales tanto para los usuarios del H₂O como para los sistemas encargados de su purificación (OPS, 1995).

En el grupo de los metales sólidos se pueden identificar dos categorías:

- **Los Micronutrientes:** Son fundamentales para la maduración de ciertas formas de vida, se requieren en mínimas concentraciones o cantidades traza, y al alcanzar un punto fijado resultan dañinos; entre ellos contienen Co, As, Cu, Cr, Mn, Fe, Se, Mo, Zn, V (Galán, 2008).
- **Metales pesados no esenciales:** Son metales cuya existencia en ciertos niveles en los organismos vivos genera variaciones en su funcionamiento. Son marcadamente nocivos y presentan la competencia de acopiar en organismos. Los principales son: Cd, Be, Ni, Hg, Sb, Pb, Ti y Sn (Galán, 2008).

Zafra y López (2009), Manifiesta que los metales sólidos acceden a los ecosistemas acuáticos principalmente mediante tres vías:

- **La vía atmosférica:** Este fenómeno se origina a causa de la caída de indicadores redimidas en la corriente por diligencias nativas o humanas, especialmente por la quema de combustibles fósiles y las fundiciones de metales.
- **La vía terrestre:** Surge debido a las filtraciones de restos, las esorrentías superficiales de áreas polucionadas (trabajos mineros, uso de fangos como mejorador de suelos, drenajes de residuos sólidos y aportes atmosféricos) y demás factores nativos.
- **La vía directa:** Deriva de la evacuación repetida de sobrantes hídricos municipales y fabriles en los álveos de los arroyos.

2.2.8. Efectos de los metales pesados en la salud del ser humano

Como el listado de poluciones primordiales de la Agencia de Amparo Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2015), los metales peligrosos son: As, Cs, Co, Ni, Cr, Zn, Cd, Hg, Ti, Se y Pb.

Los efectos cancerígenos de metales sólidos y metaloides fueron considerablemente ensayados. La Delegación Internacional para el diagnóstico del Cáncer cataloga las sustancias según su capacidad para inducir cáncer. En el conjunto 1 (Carcinógeno para los seres humanos) abarcan los compuesto de Cr (VI), As orgánico e inorgánico, cesio, hierro (en exposiciones laborales) y Ni. En el conjunto 2A (Posible carcinógeno para los humanos) se encuentra el Pb inorgánico y sus procedentes (IARC, 2002).



Los impactos de estos compuestos en la salubridad humana varían según el tipo de sustancia, la vía de exposición, la cuantía de exposiciones y su duración. Las formas de exposición incluyen la inhalación de gases o aire polucionado, el consumo de suministros o H₂O contaminada, el uso de medicinas o el contacto seguido con la piel. Presentemente, una de las vías de exposición más trascendentales es la ingestión de agua como consecuencia de la contaminación acuífera (Rojas , 2002).

2.2.9. Arsénico

Se trata de un compuesto de reconocimiento generalizado que se halla en el agua, las rocas, los suelos, la hidrosfera y la biosfera. Este elemento se moviliza a través de la asociación de eventos como la alteración superficial, las manifestaciones volcánicas y las diligencias biológicas. Además, la acción humana tiene un impacto significativo mediante la minería, el uso de combustibles fósiles, herbicidas y pesticidas. Por ello, la OMS implementó medidas para reducir la cuantificación de arsénico en el suministro de agua potable, estableciendo un límite de 0.05 a 0.01 mg/L (Tapia, 2017).

El arsénico, identificado como As en la tabla periódica, presenta el número atómico 33 y el peso atómico 74,922. Se halla extendido repartido en la hidrosfera, biosfera y atmósfera, con una proporción cercana a $5 \times 10^{-4}\%$ en el estrato más externo del planeta, considerado entre los 20 elementos más abundantes en el planeta (Fiestas & Millones, 2019). El arsénico se presenta en compuestos no orgánicos como hidruros, sales, óxidos, sulfuros y compuestos, y en compuestos orgánicos como dimetilarsénico y metilarsénico, derivarse de la actividad metabólica de microbios capaces de biometilar en circunstancias apropiadas (Vitela, 2011).

La modificación en el estado de oxidación del As, y con ello su transporte, se encuentra controlada esencialmente por el entorno redox (potencial redox, Eh) y el pH. El agua es el medio principal para la diseminación del As en el entorno. El nivel de As en aguas naturales suele ser inestable y dependerá de los compuestos de arsénico presentes en la superficie (Caicedo & Fuentes, 2020).

Figura 1

Aspectos alotrópicos del Arsénico y sus estructuras: gris, amarillo y negro.



Nota. Tomado del "As", citado por Vitela (2011).

2.2.10. Aluminio

El Al es un metal nativo presente tanto en H₂O superficiales como subterráneas, y constituye aproximadamente el 8% de la corteza terrestre. Su causa fundamental se encuentra en su presencia en las arcillas, y puede encontrarse en conveniencias solubles o como parte de métodos coloidales, lo que afecta las turbideces del H₂O. Las concentraciones típicas en las H₂O de superficies fluctúan entre 0,1 y 10 ppm (Suarez, 2008).

El Al está presente de forma corriente en los centros y casi en las diversas rocas, especialmente en las ardientes, que sujetan este metal en forma de minerales de silicato de Al. Bajo ciertos estados químicas, cuando estos minerales

se deslíen, el Al puede precipitarse como hidróxidos de aluminio, arcillas minerales o los dos, proporcionando lugar a las bauxitas, que son la principal fuente para la extracción de Al (Custodio & Díaz, 2001).

2.2.11. Cadmio

El Cd se halla generalmente en la cáscara terrestre y llega al entorno a través del suelo, ya que forma parte de pesticidas y estiércoles (Borrego et al., 2022).

Las fuentes nativas y humanas de Cd contienen manifestaciones industriales, tal como el uso de estiércoles y H₂O remanentes en cultivos (Torres, 2005).

Los fertilizantes que se producen desde fosfatos son una fuente importante de contaminación por cadmio. Las solubilidades del Cd en el H₂O están influenciadas por el nivel de acidez, ya que los agregados de Cd que están suspendidos o sedimentados pueden disolverse cuando aumenta la Ph (DIGESA, 2002).

2.2.12. Cromo

El Cr se halla en el hábitat principalmente en forma de combinados, yaciendo la cromita (A la que también se le llama cromoferrita o piritita crómica) los minerales más importantes que contiene cromo (OMS, 2006).

El Cr se halla en el hábitat casi únicamente en forma de agregados, yaciendo la cromita (Identificada, igualmente, como piritita crómica o cromoferrita) el mineral más destacado de Cr(OMS, 2006).

Su visión es manera nativa a las vetas de minerales, con la existencia de Cr y demás agregados metálicos; también se encuentra en áreas contaminadas debido a la actividad humana, en el uso de esbozos, esmaltes, tiñes y en el sector de protección de la madera (Seoáñez Calvo).

2.2.13. Hierro

El Fe es un metal común en la capa sólida externa del planeta y se halla en H₂O dulces en reuniones que oscilan entre 0,5 y 50 mg/l. Además, la existencia de Fe en el agua dulce puede ser originada por el uso de coagulantes a base de hierro o por el enmohecimiento de tuberías de Fe fundido en el transcurso del proceso de colocación y transporte del agua (OMS, 2006).

El Fe está presente en diversos minerales, ya sea en su forma disuelta o no disuelta, como sulfuros, óxidos, carbonatos, silicatos o compuestos ferromagnésicos. Estos minerales se desintegran por medio de resistencias químicas como el enmohecimiento y la hidrólisis, liberando Fe que se arroja como hidróxidos o óxidos (Seoáñez Calvo).

El hierro, en forma de los compuestos químicos, está distribuido globalmente. Entre los minerales más comunes de hierro se encuentran las hematites, aunque también son importantes otros minerales como la goetita, el imán, la siderita y la limonita. Además, pequeñas cuantías de Fe se combinan con H₂O nativas y se encuentran en los centros de procesamiento (DIGESA, 2002).

2.2.14. Plomo

El plomo es un mecanismo perjudicial no ineludible, que posee la cabida de acopiar en los organismos, afectando casi en la totalidad de órganos y sistemas del cuerpo humano (DIGESA, 2002).

Las H₂O nativas solo contienen pequeñas cantidades de plomo, constituyen los principales orígenes de dicho elemento en el H₂O de principio industrial, minero y de emisiones provenientes de fogones de fundición o tuberías de Pb envejecidas (DIGESA, 2011).

Los suministros representan otra fuente de Pb; especialmente los cultivos como raíces comestibles y tubérculos (rábanos, papas, zanahorias, camotes) pueden acumular niveles significativos de este metal, especialmente cuando se utiliza H₂O polucionada y equipos que sujetan Pb (DIGESA, 2002).

Las reuniones de Pb, que se aproximan a los LP a lo largo de la temporada de lluvias, se deben a la cabida disolvente del H₂O, que se vuelve turbia y puede transportar partículas suspendidas, las cuales pueden ser identificadas mediante espectrofotometría (DIGESA, 2002).

2.2.15. Índice de calidad de agua

Los índices de condiciones del H₂O es principalmente una representación simplificada de una combinación de variados parámetros que definen la condición del H₂O. Este indicativo puede denotarse mediante un número, rango, descripción, insignia o tono. Su preeminencia es que facilita la interpretación en comparación con una lista de valores numéricos, y es útil para cotejos, como identificar qué puntos de muestreo presentan una condición de H₂O inferior o excelente (Fernandez & Solano, 2005).

Un índice de condición es un valor numérico sin dimensiones que asigna una evaluación cualitativa a un unido de indicadores medidos, combinados precisamente. En cláusulas sencillos, un ICA es un dígito único que evidencia la situación actual de las fuentes de agua al integrar los cálculos de ciertas medidas de condición del H₂O, facilitando una interpretación rápida y la identificación de tendencias en la condición del H₂O a lo largo del tiempo y el espacio (Garcia Q. , 2012).

Un ICA es un valor calculado mediante la suma de parámetros en una técnica matemática, al que se le fija un dígito que refleja su valor cualitativo dentro de un rango determinado (Benavides, y otros, 2008).

El ICA se compone de la combinación simplificada de parámetros que indican el deterioro de la condición del H₂O, siendo una forma de notificar y valorar la condición de las entidades acuáticas, aunque debe simplificar la gran cuantía de medidas en una fórmula matemática sencilla (Flores Jacinto, Meléndez Estrada, & Amezcua Allieri, 2013).

El ICA se define principalmente como una representación sencilla de la combinación de diversas medidas, que pueden incluir factores físicos, químicos, metales sólidos y microbiológicos, los cuales se utilizan para evaluar la condición del H₂O en el manejo de los recursos hídricos.

Figura 2

Clasificación del índice de calidad de agua (ICA).

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

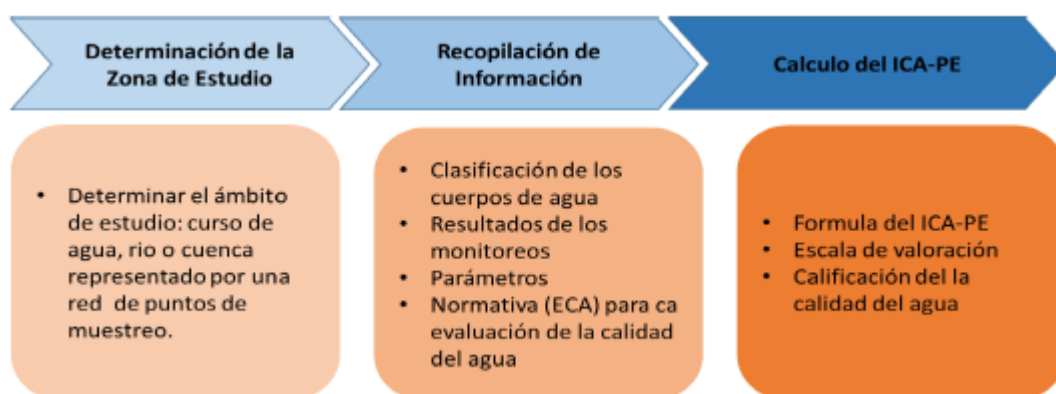
Nota. Tomado de los índices de calidad de H₂O, citado por ANA (2018).

2.2.16. Índice de calidad de agua (ICA-PE)

El procedimiento del ICA-PE, se dividen en 3 etapas que se describen en la siguiente figura 3.

Figura 3

Etapas del Índice de Calidad del Agua (ICA-PE).



Nota. Tomado de los ICA-PE, citado por ANA (2018).

En Perú, la medición de la calidad del agua se concreta mediante comparaciones con valores estipulados en el ECA- H₂O, poseyendo en cuenta las derivaciones de diversos indicadores químicos, físicos, metales sólidos y microbiológicos como la clasificación del cuerpo de H₂O de superficie oportuna (ANA, 2018).

Los ICA-PE son equipos cuantitativos que integran el análisis de diversos indicadores, admitiendo transformar grandes y pequeños volúmenes de fichas en una sola escala para evaluar el estado del H₂O. Además, facilitan la comunicación clara y accesible sobre el estado de los recursos hídricos tanto a los mandos como al público en general. También ayudan a asemejar y cotejar los estados del agua y sus posibles diferenciaciones a través del lapso y el

espacio, esgrimido una escala de 0 a 100, en la que 0 representa el mal estado y 100 excelente (ANA, 2018).

Este ICA-PE es esgrimido porque facilita la aplicación de todo lo necesario para su fijación y automatización, incluyendo la pesquisa requerida, las derivaciones de controles y la codificación de las entidades de H₂O, es decir, la clase a valorar conforme a la R.J. N°056-2018-ANA.

Además, el ICA posee la facultad de condensar y simplificar la pesquisa, transformándola en algo fácilmente comprensible por los encargados de gestionar la condición de fuentes hídricas, así como por el público, los usuarios y los medios. El ANA lo denomina ICA-PE en el proceso de elaboración y materialización del procedimiento (ANA, 2018).

El ICA-PE se determina mediante la fórmula canadiense, que considera tres parámetros: frecuencia, trascendencia y amplitud. La derivación representa un valor sin igual que fluctúa entre 0 y 100, el cual irradia el estado del H₂O en un punto de control, afluente o cuenca (ANA, 2018).

Cálculo de los valores del el Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú (ICA – PE):

- a. **F1-Alcance:** Representa la cantidad de medidas que no desempeñan los valores determinados según las normativas vigente ECA-H₂O, en relación al total de indicadores a valorar.

$$F_1 = \frac{\text{Nº de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Nº total de parámetros a evaluar}}$$

- b. **F2-Frecuencia:** Simboliza el porcentaje de datos que no desempeñan con las normativas ambientales (ECA-H2O), en correspondencia con el total de los datos de los indicadores a valorar.

$$F_2 = \frac{\text{N}^\circ \text{ de los datos que NO cumplen los ECA}}{\text{N}^\circ \text{ total de datos evaluados}}$$

- c. **F3-Amplitud:** Representa la medida de la variación en los datos, calculada a partir de la suma regulada de los excedentes, o sea, los valores por encima del umbral, en correspondencia con el total de datos.

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

Sumatoria Normalizada de Excedentes:

$$nse = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \left(\frac{\sum \text{excedentes}}{\text{Total de datos}} \right)$$

Excedente: Se asigna a cada indicador como el valor que indica la discrepancia entre el valor del ECA y el valor del dato en relación con el valor del ECA para el H2O.

Caso 1: Cuando el valor de reunión de un indicador excede el límite estipulado en el ECA- H2O, la automatización de la abundancia se ejecuta de la siguiente forma:

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor del parámetro que no cumple los ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en los ECA Agua}} \right) - 1$$

Caso 2: Cuando la reunión del indicador es menor que el valor acordado: en el ECA-Agua, lo que implica el incumplimiento de dicho estándar, como ocurre con el Oxígeno Disuelto (>4) y el pH (>6.5, <8.5), el exceso se calcula de la forma siguiente:

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor establecido del parámetro en los ECA Agua}}{\text{Valor del parámetro que no cumple los ECA Agua}} \right) - 1$$

Para determinar el valor del ICA-PE, se esgrime la fórmula diseñada por el CCME-WQI, y con todos los valores obtenidos, se ejecuta la automatización del ICA-PE mediante la ecuación siguiente:

$$\text{ICA PE} = 100 - \sqrt{\frac{F1^2 + F2^2 + F3^2}{3}}$$

Para la paráfrasis, se coloca el valor del ICA-PE adentro de los 5 intervalos, con el fin de establecer el nivel de sensibilidad, asociado a una escala de colores. Cada calificación se corresponde con un color, cuyo propósito es simplificar la comunicación, representar y clasificar el estado de la condición del H₂O, en categorías como excelente, bueno, regular, pésimo, malo véase la tabla 2.

Tabla 2*Interpretación de la Calificación del ICA-PE.*

Valor ICA-PE	Calificación/ Escala cromática	Color (RGB)	Interpretación
90-100	Excelente	0 112 255	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daño, su condición está muy cercanas a niveles naturales o deseables.
75-89	Bueno	0 197 255	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunos amenazas o daños de poca magnitud.
45-74	Regular	85 255 0	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30-44	Malo	255 170 0	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0-29	Pésimo	255 0 0	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento.

Nota. Tomado de Autoridad Nacional del Agua (2018).

2.3. Marco conceptual.

2.3.1. Agua

El H₂O es un arbitrio nativo cambiante, fundamental para la materialización, delicado y vital para el crecimiento verisímil, el equilibrio de los ecosistemas y ciclos nativos que la mantienen, así como para la protección del país (Ministerio del Ambiente, 2012).

2.3.2. Agua superficial

Se refiere al H₂O que se halla en la Tierra, como afluentes, lagunas, lagos, arroyos, embalses y mares. Es una de las principales fuentes de H₂O dulce utilizada por los seres humanos y los ecosistemas terrestres. Este tipo de H₂O está expuesta directamente a factores ambientales como el aguacero, el viento, la



irradiación solar y la actividad humana, lo que la hace susceptible a variaciones en su condición y cantidad (Gonzales L. G., 2012).

2.3.3. Calidad del agua

El estado de equilibrio natural hace referencia al grupo de métodos geoquímicos, físicos y biológicos, y sus complicadas interacciones, que poseen lugar a lo largo del periodo en una zona geográfica determinada. La condición ambiental puede verse alterada, de forma negativa o positiva, por las actividades humanas, lo cual pone en peligro la rectitud del ambiente y la salubridad de las individuos (Ministerio del Ambiente, 2012).

2.3.4. ECA - Agua

Los límites máximos o rangos permitidos de concentración de las sustancias químicas, físicas, biológicas o microbiológicas en entidades de H₂O, establecidos por normativas legales, tienen como objetivo resguardar la salubridad de las personas, preservar los ecosistemas acuáticos y asegurar que el H₂O sea adecuada para los diversos fines establecidos (como consumo humano, recreación, riego, etc.)(MINAM , 2017).

2.3.5. Rio

Un afluente es una corriente de H₂O continua, con un caudal más o menos significativo, que se desemboca en otro cuerpo de H₂O, como un río, lago o mar. Los afluentes se originan principalmente por la precipitación, el deshielo o manantiales. Estos cuerpos de H₂O son de H₂O dulce y, junto con los arroyos, representan aproximadamente el tres por ciento del H₂O de la Tierra (Significados, 2016).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

El diagnóstico actual posee un diseño no experimental, como Hernández (2014) en el diagnóstico no experimental no se interviene en las variables, sino que es posible ver y analizan tal como ocurren en el ambiente natural. En este caso, se mide la condición del H₂O del afluente Coata mediante estudios de muestras en el punto de prueba del Puente Maravillas.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de diagnóstico es descriptivo-explicativo, pues recopila o mide datos e identifica pesquisa sobre varios conceptos, aspectos, variables, dimensiones o componentes relacionados con el problema de investigación Hernández (2014). El enfoque es cuantitativo, dado que se evalúan las concentraciones de indicadores químicos, físicos, metales sólidos y microbiológicos en las muestreos de H₂O, comparándolas con la normativa ambiental vigente para calcular el ICA.

3.3. Diseño estadístico

ANOVA

El **Análisis de Varianza (ANOVA)** Este es un proceso estadístico esgrimido para contrastar las medias de dos o varios grupos y fijar si hay discrepancias

relevantes entre ellas. Se centra en ponderar la fluctuación al interior de los grupos con las variabilidades observadas entre los conjuntos. El estadístico F se calcula partiendo la media cuadrática entre los conjuntos (MC_{BG}) por la media cuadrática adentro de los conjuntos MC_{WG} :

$$F = \frac{MC_{BG}}{MC_{WG}}$$

donde MC_{BG} es la división de la adición de los cuadrados entre los conjuntos por los grados de autonomía entre los grupos gl_{BG} , y MC_{WG} se obtiene dividiendo la suma de los cuadrados dentro de los conjuntos dividida por los grados de autonomía adentro de los grupos gl_{WG} . Si el valor calculado de F es significativamente mayor que los valores críticos de F de una tabla, se contradice la hipótesis nula (H_0), indicando que hay discrepancias significativas entre las medias de los conjuntos. (Fisher, 1920)

3.4. Procedimiento metodológico:

3.4.1. Objetivo 1: Cuantificar la concentración de los metales pesados presentes en el río Coata.

Para cumplir el actual objetivo se estableció los siguientes pasos:

a. Ubicación del lugar de estudio

El afluente Coata es la primordial fuente de H₂O, de la cual se extrae y procesa para proveer a la urbe de Juliaca; ante todo, en el trayecto entre el puente Maravillas y el puente Coata se detectan dos fuentes de poluciones que podrían afectar la condición del H₂O. El punto de muestreo se localiza en Juliaca, en San Román, en Puno, Perú.

Tabla 3

Coordenadas del lugar de muestreo de las aguas en el río Coata en el punto de prueba puente Maravillas, Juliaca.

Código	Zona Urb./Dist. /Prov./ Depart.	Coordenadas	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
			27/10/2024	
			28/10/2024	
P - 1	Puente rio maravillas - Juliaca - San Román - Puno	E: 377434.26 N: 8292890.75	29/10/2024	8:00 a. m.
			30/10/2024	12:00 p. m.
			31/10/2024	05:00 p. m.
			01/11/2024	
			02/11/2024	

Figura 4

Localización del punto de muestreo de las aguas en el río Coata en el punto de prueba puente Maravillas, Juliaca.



Nota. Google Earth.

b. Toma de muestra

La compilación de los muestreos se ejecutó conforme al protocolo definido para la toma, preservación, traslado, preservación, acopio y recepción de agua destinada a la ingesta humana, siguiendo las líneas del Protocolo de control del estado de fuentes hídricas de superficies, establecido por la Autoridad Nacional del H₂O (ANA, 2015).

En donde, se realizó los subsiguientes pasos:

- Primero, se inició a través del acondicionamiento de los materiales ineludibles a emplear para la toma de muestreo del H₂O del afluente Coata.
- Segundo, se realizó la toma de muestras del H₂O del afluente Coata, en diferentes horarios: 8: 00a.m, 12:00p.m. y 05:00p.m. durante 07 días consecutivos para tener resultados óptimos. Para esta toma de muestras se esgrimió un atuendo correcto para la tarea como son el mandil, las botas, el barbijo y los guantes; los muestreos se despojaron en recipientes de vidrio apropiadamente esterilizadas.
- Tercero, cada muestra fue rotulada con la siguiente pesquisa: dígito de la muestra, hora y fecha de compilación, nombre de la provincia y el distrito, ubicación y referencia del sitio donde se tomó, y la denominación del individuo a cargo de la recolección. Luego, las muestras recolectadas se depositaron en una nevera portátil con refrigeración previa, lo que permitió mantener la temperatura del H₂O intacta hasta su análisis, asegurando que no se alterara su condición original.



c. Análisis de la concentración de metales pesados

Con el objeto de cuantificar los metales sólidos, se implementaron los siguientes métodos:

Método: Espectrofotometría.

Primero: Calibración de los instrumentos.

- Se configuró el equipo siguiendo las instrucciones del manual.
- Se comprobó la precisión de la herramienta esgrimiendo las soluciones estandarizadas de cada dispositivo, colocadas con los grupos indicados en el manual de operaciones.
- La herramienta fue calibrada a 0 esgrimiendo el blanco de referencia y soluciones estándar de reunión ascendente, realizando al menos 3 mediciones de absorbancia para cada solución. A continuación, se construyó una curva de comprobación al registrar las normativas del mecanismo y graficar la absorción luminosa o el aumento del pico conforme a la cantidad reunida.

Segundo: Determinación

- Se dispusieron los blancos de reactivos y los muestreos a examinar, registrando las cifras de absorbancias correspondientes. Además, se examinó al menos un blanco de reactivos junto con cada serie de muestras obtenidas.

Tercero: Expresión del resultado: mg/L.

d. Trabajo en gabinete

Una vez conseguidos las ramificaciones de laboratorio, los datos fueron organizados en el programa Microsoft Excel para facilitar la identificación de los niveles de concentración mediante gráficos y tablas. Subsiguientemente, se



cotejaron estos resultados con los valores fijos en los ECA para el H₂O del D.S. N° 004-2017-MINAM.

3.4.2. Objetivo 2: Concentración de parámetros físico-químicos del agua del río Coata.

Para lograr el propósito establecido, se ejecutaron las siguientes acciones:

a. Toma de muestra

La compilación de muestreos se ejecutó siguiendo los "Protocolos señalados por la ANA para muestreos y cadena de custodia, asegurando el transporte adecuado al recinto y la preservación de la composición original del H₂O " (MINAM, 2010) y el Protocolo de control de la condición de fuentes hídricas de superficie, establecidos por la Autoridad Nacional del H₂O (ANA, 2015), para la metodología recomendada se tomó en cuenta el D.S. N° 015-2015-MINAM.

En donde se realizó lo siguiente:

- Se empleó el equipo de protección necesario, que incluyó botas, guantes, guardapolvo (mandil), barbijo y gorro.
- Ulterior a ello a la iniciación de la muestra se midió el temple in situ.
- Se recopilan los muestreos de H₂O del afluente Coata, en botellas plástico y vidrios apropiadamente esterilizados de boca amplia y predicha con tapones, estas fueron apropiadamente rotuladas para impedir cualquier indecoroso.
- Ulteriormente de ello los muestreos se instalaron en un cooler con hielo, con el fin de no alterar la condición inicial de muestreos.

- Supremamente, los muestreos fueron transportadas al Recinto de estado Ambiental de la EPISA de la FICP de la UANCV – Juliaca.

b. Análisis de la concentración fisicoquímica

Para la fijación de la reunión fisicoquímica se ejecutó por medio de las siguientes sistemáticas:

- **(*) pH:** Conforme al procedimiento pH, Electrometric Method, Parte 4500-H+ B (APHA/AWWA/WEF, 24th ed., 2023).
- **Conductividad:** En aplicación del procedimiento de conductividad descrito en Standard Methods (APHA/AWWA/WEF, Parte 2510 B, 24.^a ed.).
- **Sólidos Disueltos Totales:** Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Sección 2540 C, 24^a ed. 2023. Sólidos. Totales, Disueltos, Secados a 180° C.
- **Dureza Total:** Método de titulación con EDTA para la dureza del agua (SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2340 C, 2023, 24^a edición).
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** mediante el método de reflujó cerrado colorimétrico, según el estándar APHA-AWWA-WEF 5220 D, 24^a edición 2023.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Standardized Procedures for the Analysis of Water and Wastewater APHA-AWWA/WEF. Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-day BOD Test.



c. Trabajo en gabinete

Tras recolectar los datos del área, se organizaron en el software Microsoft Excel con la finalidad de representar, mediante gráficos y tablas, los niveles de acumulación; luego, dichos datos se contrastaron con los límites especificados en la regulación correspondiente.

3.4.3. Objetivo 3: Determinar la concentración que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata.

Se siguió los siguientes procedimientos:

a. Toma de muestra

Para el muestreo del H₂O en el afluente Coata se esgrimió el Protocolo Nacional de control de fuentes de H₂O (ANA, 2016). La sistemática para la muestra de H₂O es el mismo que se alude en el ítem 3.7.1. y 3.7.2.

b. Análisis de los parámetros microbiológicos:

El método establecer los conjuntos de los indicadores microbiológicos, se ejecutaron de la forma siguiente:

Primero: Fase Presuntiva:

- Paso 1: Se preparó la disolución de Lauril Trisulfato disolviendo 4,806 gramos de caldo Lauril en 135 ml de agua desmineralizada. La mezcla se transfirió a un matraz Erlenmeyer y se agitó en un agitador magnético hasta su completa disolución.
- Paso 2: Se dispusieron 15 tubos de ensayo conteniendo 9 ml de caldo Lauril Trisulfato cada uno, y se incorporó una campana Burgen.



También fueron necesarios 3 tubos de ensayo con 9 ml de agua purificada.

- Paso 3: Se procedió a la desinfección del caldo Lauril mediante el uso de la autoclave, asegurando condiciones asépticas para su posterior aplicación a una temperatura de 121°C durante 20 minutos.
- Paso 4: Una vez finalizada la esterilización, se realizó la colocación de las identificaciones correspondientes a cada muestra.
- Paso 5: Una vez rotuladas, se vertieron 10 ml del muestreo en 3 tubos con caldo Lauril, 1 ml en otros 3 tubos con caldo Lauril y 1 ml en un tubo con agua destilada. De este último tubo, se extrajo 1 ml y se transfirió a 3 tubos con caldo Lauril (10-1) y 1 tubo con agua condensada. De este tubo, se retiró 1 ml para colocar en 3 tubos con caldo Lauril (10-2) y 1 tubo con agua condensada. De este último tubo, se tomó 1 ml para 3 tubos con caldo Lauril (10-3).
- Paso 6: Tras depositar las muestras en los tubos de ensayo, se incubaron a la temperatura de 37 °C por 24 horas continuas.
- Paso 7: A continuación, se efectuó la lectura pertinente de cada solución de la muestra

Segundo: Fase confirmativa:

Coliformes Totales:

- Paso 1: Se preparó el caldo Verde Brillante disolviendo 5,4 gramos de medio deshidratado en 135 ml de agua destilada, tras lo cual la mezcla se transfirió a un matraz Erlenmeyer y se agitó con un agitador magnético hasta lograr una solución homogénea.



- Paso 2: Se prepararon 15 tubos de ensayo conteniendo 9 ml de caldo Verde Brillante en cada uno, y luego se sometieron a esterilización en la caldera a 121 grados por 20 minutos.
- Paso 3: Tras la esterilización, se procedió a colocar las etiquetas correspondientes en cada tubo.
- Paso 4: Se efectuó el sembrado de las muestras pre-incubadas en caldo verde brillante durante la fase inicial, utilizando un asa de siembra y dos mecheros.
- Paso 5: Tras completar el sembrado, las muestras fueron trasladadas a la incubadora a 37 grados Celsius por un periodo de 24 horas.
- Paso 6: Al final, se efectuó la lectura necesaria de cada solución de la muestra.

Coliformes Termotolerantes:

- Paso 1: Se preparó el medio EC disolviendo 4,995 g de polvo en 135 ml de agua destilada, se trasvasó la mezcla a un matraz Erlenmeyer y se agitó en un agitador magnético hasta lograr la disolución completa hasta su completa disolución.
- Paso 2: Se elaboraron 15 tubos de ensayo, cada uno con 9 ml de caldo EC, que luego se esterilizaron en la autoclave a 121 grados en lapso de 20 minutos.
- Paso 3: Tras la esterilización, se procedió a colocar los rótulos en cada tubo.



- Paso 4: Se efectuó el sembrado del inóculo positivo proveniente de la etapa presuntiva, cultivado en caldo EC, con la asistencia de un asa de coli y dos mecheros.
- Paso 5: Después de sembrar, las muestras se colocaron en la incubadora y se mantuvieron a 42,5 °C por 24 horas para completar la incubación.
- Paso 6: Al final, se efectuó la lectura necesaria de cada solución del muestreo.

3.5. Materiales y equipos

El equipamiento y provisiones aprovechados en el marco de este estudio fueron los que se reflejan a continuación.

a. Materiales

- Pipetas serológicas de 5 y 10mL.
- Frascos Erlenmeyer de 300mL.
- Probetas de 50.0mL.
- Recipientes de Teflón de 1L.
- Vasos de 0.5 y 1.0L.
- Pipetas aforadas clase A con capacidades de 0,5, 1, 2, 3, 5, 10 y 20 mililitros.
- Frascos de vidrio con tapa.
- Espátulas.
- Cooler.
- Papel toalla.
- Guantes.
- Mandil.



- Rotulador.

b. Equipos

- Cámara de fotos.
- Equipo de cómputo.
- GPS.
- Equipo multiparámetro.
- Equipo de defensa personal (EPP).

c. Reactivos e insumos

- Ácido sulfúrico.
- Sulfato de Aluminio.
- RH Nitrate.
- Caldo Verde Brillante.
- H₂O destilada.
- Caldo EC.
- Caldo Lauril Trisulfato.
- Muestra de H₂O.

3.6. Técnicas e instrumentos

Según Hernández, Fernández & Batista (2014) recopilar datos reside en transformar un plan minucioso de procedimientos que nos lleven a congregar datos con un fin determinado.

Las técnicas de recolección y análisis, así como los dispositivos empleados, son consistentes con los objetivos del estudio y el diseño de investigación planteado.



3.6.1. Técnicas

Es el procedimiento utilizado por el estudioso para registrar y compilar los datos: formularios, pruebas, escalas de opinión y actitudes.

En el actual análisis se esgrimió las técnicas siguientes:

- Revisión de estudio, artículos científicos y libros.
- Recopilación empírica y análisis de evidencias documentales.
- Fichas para muestreo.
- Contraste estadístico.

3.6.2. Instrumentos

Los dispositivos de obtención de datos pueden ser distintos instrumentos, aparato o formato (físico o digital) que se aprovecha para conseguir, registrar o acopiar pesquisa.

En la siguiente investigación se esgrimió los instrumentos:

- Formulario de registro de datos de campo.
- Hoja de verificación del área de muestreo.
- Formulario para el rotulado de la muestra de H₂O.
- Registro de custodia.
- Libreta de campo.
- Para el manejo de datos se esgrimió el programa Microsoft Excel y SPSS.

3.7. Población y muestra

3.7.1. Población

Considerando que una urbe es un conjunto de elementos que comparten ciertas características a analizar, de los cuales se puede realizar un muestreo y



determinar su tamaño (Ventura, 2017). Por lo tanto, la población para el actual estudio está formada por toda la entidad de H₂O del afluente Coata a lo largo de su recorrido.

3.7.2. Muestra

Hernández & Ávila (2020) Se entiende por muestra un conjunto de individuos seleccionados de interés, de los cuales se recopila la información, delimitándola con exactitud para representar adecuadamente a la población.

Para la presente investigación la muestra se le considera al punto específico de prueba "Puente Maravillas" en el afluente Coata, en donde se tomaron las muestras de H₂O por 07 días consecutivos, en 03 horarios al día tal como se detalla en la tabla 3, estos muestreos se consiguieron conforme con las solicitudes del actual estudio, personificando un promedio de 30 l de H₂O compilada a lo largo del periodo de muestreo, para cumplir con la presente investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. *Cuantificar la concentración de los metales pesados presentes en el río Coata.*

Las derivaciones que se muestran posteriormente incumben a la caracterización de los principales metales sólidos de los líquidos del afluente Coata en el punto de prueba Puente Maravillas, en donde el muestreo se realizó por 7 días consecutivos en diferentes horarios del día (08:00a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.).

Posteriormente, se presenta las ramificaciones emitidas por el Recinto de Condición Ambiental de la EPISA. de la FICP de la UANCV – Juliaca.

Tabla 4

Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 27/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Primer Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.002	0.002	0.001	0.01
Arsénico	mg/L	0.007	0.009	0.006	0.01
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00	0.001

La tabla 4, presenta la agrupación de metales solidos (plomo, As y Hg) en el H₂O del afluente Coata, evaluada en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) el 27 de octubre de 2024. Los resultados se contrastan con los valores señalados por el ECA para H₂O de clase 1, subclase A1. Se puede ver que las reuniones de Pb y Hg en todas las mediciones están por debajo de los límites permitidos (0.01 mg/L para Pb y 0.001 mg/L para Hg). Sin embargo, en el caso del As, las concentraciones en las tres mediciones (0.007 mg/L, 0.009 mg/L y 0.006 mg/L) están cerca del LMP (0.01 mg/L), lo que indica una mayor atención hacia este parámetro para garantizar el desempeño de los estándares de condición del H₂O.

Tabla 5

Concentración de metales pesados presentes en el agua del rio Coata, muestreados el 28/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Segundo Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.001	0.003	0.001	0.01
Arsénico	mg/L	0.008	0.008	0.005	0.01
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00	0.001

La tabla 5, presenta la agrupación de metales solidos (plomo, As y Hg) en el H₂O del afluente Coata, evaluada en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) el 28 de octubre de 2024. Las derivaciones de los metales ensayados muestran que se sitúan debajo del intervalo de los ECA para H₂O de clase 1, subcategoría A1. Para plomo teniendo una reunión minúscula de 0.001 mg/L y una reunión máxima de 0.003 mg/L, para As se halló una reunión minúscula de 0.005

mg/L y una reunión máxima de 0.008 mg/L y para mercurio se encontró ninguna concentración.

Tabla 6

Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 29/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Tercer Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.002	0.004	0.003	0.01
Arsénico	mg/L	0.008	0.006	0.003	0.01
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00	0.001

La tabla 6, presenta la reunión de metales sólidos (Pb, As y Hg) en el H₂O del afluente Coata, evaluada en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) el 29 de octubre de 2024. Los resultados muestran una agrupación minúscula de 0.002 mg/L y una máxima de 0.004 mg/L para Pb, para As se evidencia una agrupación minúscula de 0.003 mg/L y una agrupación máxima de 0.008 mg/L, para el mercurio no se encontró reuniones de este metal en las H₂O del afluente Coata. Se puede ver, que estas agrupaciones están localizadas debajo del rango de ECA para H₂O de clase 1, subclase A1.

Tabla 7

Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 30/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Cuarto Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.01
Arsénico	mg/L	0.008	0.006	0.004	0.01
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00	0.001

La tabla 7, presenta la agrupación de metales solidos (Pb, arsénico y Hg) en el H₂O del afluyente Coata, evaluada en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) el 30 de octubre de 2024. Los resultados muestran una agrupación de 0.001 mg/L para plomo, para el arsénico se evidencia una reunión minúscula de 0.004 mg/L y una agrupación máxima de 0.008 mg/L, para el mercurio no se halló agrupación de este metal en las H₂O del afluyente Coata. Por ende, estas agrupaciones están localizadas debajo del rango de los ECA para H₂O de clase 1, subclase A1.

Tabla 8

Concentración de metales pesados presentes en el agua del rio Coata, muestreados el 31/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Quinto Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.001	0.005	0.004	0.01
Arsénico	mg/L	0.008	0.009	0.007	0.01
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00	0.001

La tabla 8, presenta la agrupación de metales solidos (plomo, arsénico y Hg) en el H₂O del afluyente Coata, evaluada en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) el 31 de octubre de 2024. Los resultados muestran una reunión minúscula de 0.001 mg/L y una máxima de 0.005 mg/L para plomo, para el arsénico se evidencia una reunión minúscula de 0.007 mg/L y una reunión máxima de 0.009 mg/L, para el mercurio no se encontró reuniones de este metal en los liquidos del rio Coata. Por lo tanto, podemos indicar que estas reuniones no superan los rangos determinados en los ECA para H₂O de clase 1, subclase A1.

Tabla 9

Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 01/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Sexto Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.001	0.003	0.002	0.01
Arsénico	mg/L	0.008	0.006	0.007	0.01
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00	0.001

La tabla 9, presenta la agrupación de metales sólidos (plomo, arsénico y Hg) en el H₂O del afluente Coata, evaluada en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) el 01 de noviembre del 2024. Los resultados muestran una reunión minúscula de 0.001 mg/L y una máxima de 0.003 mg/L para plomo, para el arsénico se evidencia una reunión minúscula de 0.006 mg/L y una reunión máxima de 0.008 mg/L, para el Hg no se encontró reunión de este metal en los líquidos del río Coata. Por lo tanto, podemos indicar que estas reuniones no superan los rangos determinados en los ECA para H₂O de clase 1, subclase A1.

Tabla 10

Concentración de metales pesados presentes en el agua del río Coata, muestreados el 02/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Séptimo Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.004	0.003	0.002	0.01
Arsénico	mg/L	0.008	0.009	0.007	0.01
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00	0.001

La tabla 10, presenta la agrupación de metales solidos (plomo, arsénico y Hg) en el H₂O del afluyente Coata, evaluada en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) el 02 de noviembre del 2024. Los resultados muestran una reunión minúscula de 0.002 mg/L y una máxima de 0.004 mg/L para plomo, para el arsénico se evidencia una reunión minúscula de 0.007 mg/L y una reunión máxima de 0.009 mg/L, para el mercurio no se encontró concentraciones de este metal en las H₂O del afluyente Coata. Consiguientemente, podemos indicar que estas reuniones no superan los rangos determinados en los ECA para H₂O de clase 1, subclase A1.

Tabla 11

Promedio de la concentración de metales pesados en el agua del rio Coata, muestreados por 07 días.

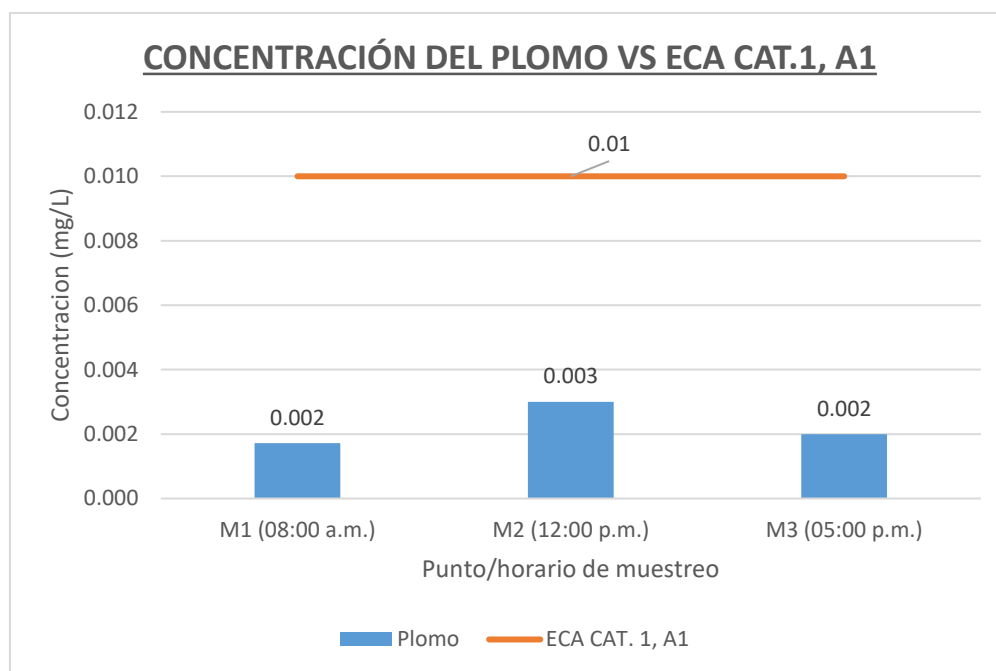
Parámetro	Unidad	Del 27/10/2024 al 02/11/2024			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Plomo	mg/L	0.002	0.003	0.002	0.01
Arsénico	mg/L	0.008	0.008	0.006	0.01
Mercurio	mg/L	0.000	0.000	0.000	0.001

La tabla 11, presenta los promedios de agrupación de metales solidos (plomo, arsénico y Hg) en el H₂O del afluyente Coata evaluadas durante siete días, con mediciones en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., y M3: 05:00 p.m.). Las reuniones de Pb (0.002-0.003 mg/L) y As (0.006-0.008 mg/L) están por debajo del ECA para la clase 1, mientras que el mercurio no fue detectado (0.000 mg/L). Aunque estas concentraciones cumplen con los límites establecidos, la exposición prolongada al plomo y arsénico, incluso en niveles bajos, puede tener efectos tóxicos, como daño neurológico (especialmente en niños), enfermedades renales y

riesgo de cáncer en humanos. Por ello, es indispensable garantizar una monitorización constante para prevenir acumulaciones peligrosas.

Figura 5

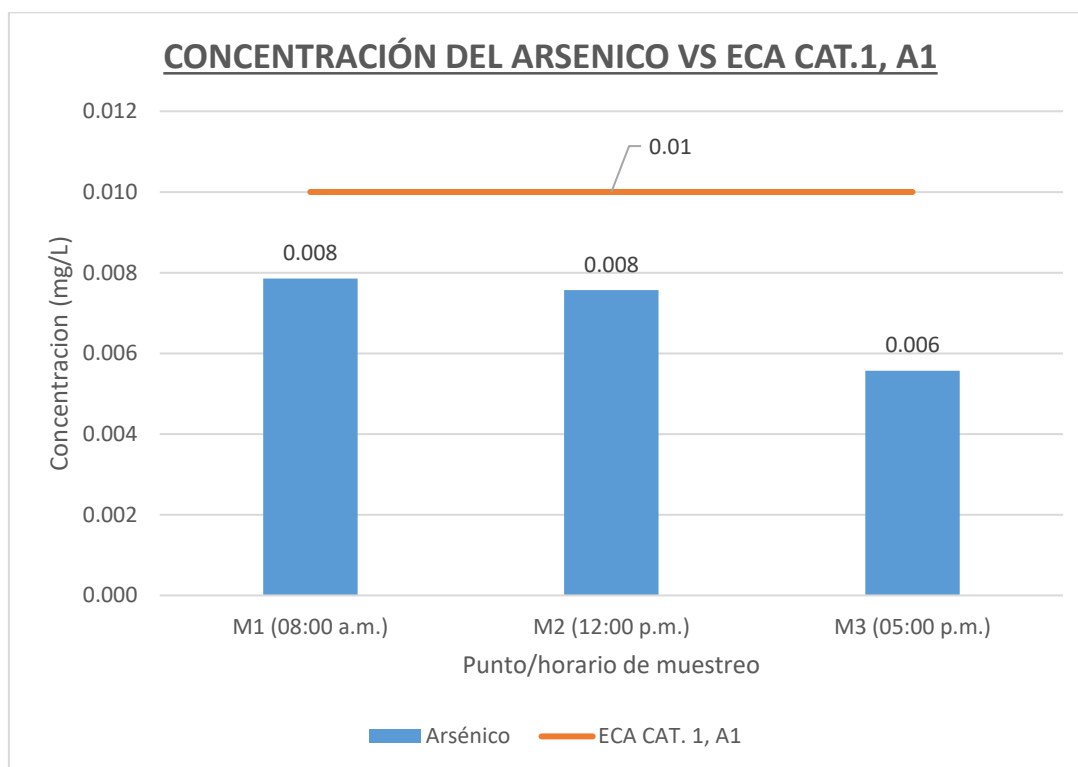
Concentración promedio del plomo en el agua del rio Coata, muestreados por 07 días VS el ECA CAT. 1, A1.



La figura 5, manifiesta la reunión promedio del plomo evaluadas en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) por 07 días consecutivos del 27/10/2024 al 02/11/2024. En donde, podemos observar que las concentraciones del plomo: 0.002 y 0.003 mg/L no superan los ECA para H₂O de clase 1, subcategoría A1, el cual nos da una cifra de 0.01 mg/L. Esto indica que el H₂O del afluente Coata están dentro de las normas aceptables para consumo humano, siempre y cuando el H₂O sea tratada adecuadamente. Sin embargo, aunque las concentraciones sean bajas, el plomo es un metal pesado acumulativo, lo que significa que incluso exposiciones a pequeñas cantidades durante largos periodos pueden poseer impactos reveladores en la salubridad humana.

Figura 6

Concentración promedio del arsénico en el agua del rio Coata, muestreados por 07 días VS el ECA CAT. 1, A1.



La figura 6, manifiesta la reunión promedio del arsénico evaluadas en tres momentos del día (08:00 a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.) por 07 días consecutivos del 27/10/2024 al 02/11/2024. En donde, podemos observar que las reuniones del arsénico: 0.006 y 0.008 mg/L no superan los ECA para H₂O de clase 1, subcategoría A1, el cual nos da una cifra de 0.01 mg/L. Esto sugiere que, en el momento del análisis, el H₂O se adhiere a las especificaciones establecidas para su consideración como fuente potencial. de consumo humano tras un adecuado procesamiento. Sin embargo, al igual que el plomo, el arsénico constituye un agente contaminante sumamente peligroso que puede acopiar en la entidad con el tiempo, incluso en concentraciones bajas, personificando un riesgo significativo para la salubridad humana, especialmente con exposiciones prolongadas.

4.1.2. Determinar la concentración de los parámetros físico-químicos del agua del río Coata.

A continuación, se presenta los indicadores físico-químicos evaluados en las H₂O del afluente Coata en el punto de prueba Puente Maravillas, en donde el muestreo se realizó por 07 días consecutivos en diferentes horarios del día (08:00a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.).

Tabla 12

Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 27/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Primer Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
pH	--	7.95	7.87	8.56	6.5 – 8.5
Conductividad	µS/cm	1123	1023	1058	1500
Temperatura	°C	14.95	15.65	15.01	Δ 3
STD	g/l	0.64	0.61	0.68	1000
Dureza total	mg/L	765.00	784.00	712.00	500
Alcalinidad	mg/L	235.23	284.56	246.78	**
Cloruros	mg/L	198.54	187.92	199.02	250
Sulfatos	mg/L	157.86	138.78	128.56	250
Nitratos	mg/L	0.08	0.05	0.09	50
Calcio	mg/L	197.56	190.54	189.54	**
Magnesio	mg/L	45.56	39.87	51.02	**
DQO	mg/L	119.00	131.00	127.00	10
DBO5	mg/L	38.00	42.00	40.00	3

La tabla 12, manifiesta la reunión de medidas físico-químicos del H₂O del afluente Coata, muestreados en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., M3: 05:00 p.m.) el 27/10/2024, en correspondencia con los ECA para categoría 3, A1. El pH varió entre 7.87 y 8.56, cumpliendo con el rango permitido (6.5-8.5). La

conductividad osciló entre 1023 y 1123 $\mu\text{S}/\text{cm}$, también dentro del límite (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La dureza total (712-784 mg/L) superó el ECA de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los cloruros (187.92-199.02 mg/L) y sulfatos (128.56-157.86 mg/L) se hallan dentro del rango autorizado (250 mg/L). Sin embargo, los valores de DQO: 119-131 mg/L y DBO a 5 días (DBO₅: 38-42 mg/L) exceden los límites establecidos de 10 mg/L y 3 mg/L, proporcionalmente, sugiriendo contaminación orgánica significativa. Otros parámetros, como nitratos, calcio y magnesio, cumplen con los estándares o no tienen límite especificado. Estos resultados reflejan un problema de contaminación orgánica y dureza elevada, que podría impactar la condición del H₂O para usos específicos.

Tabla 13

Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 28/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Segundo Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
pH	--	7.12	8.02	8.05	6.5 – 8.5
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1243	1198	1145	1500
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	13.5	14	14.2	Δ 3
STD	g/l	0.71	0.69	0.67	1000
Dureza total	mg/L	765.00	784.00	712.00	500
Alcalinidad	mg/L	245	213	216	**
Cloruros	mg/L	178.23	185.69	191.25	250
Sulfatos	mg/L	162.45	159.75	168.78	250
Nitratos	mg/L	0.06	0.05	0.08	50
Calcio	mg/L	179.63	182.73	175.23	**
Magnesio	mg/L	49.52	47.12	49.18	**
DQO	mg/L	125.00	119.00	134.00	10
DBO ₅	mg/L	41.00	46.00	39.00	3



La tabla 13, manifiesta la reunión de medidas físico-químicos del H₂O del afluyente Coata, muestreados en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., M3: 05:00 p.m.) el 28/10/2024, en correspondencia con los ECA para categoría 3, A1. El pH varió entre 7.12 y 8.05, cumpliendo con el rango permitido (6.5-8.5). La conductividad osciló entre 1045 y 1243 $\mu\text{S}/\text{cm}$, también dentro del límite (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La dureza total (712-784 mg/L) superó el ECA de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los cloruros (178.23-191.25 mg/L) y sulfatos (159.75-168.78 mg/L) se hallan dentro del rango autorizado (250 mg/L). Sin embargo, los valores de DQO: 119-134 mg/L y DBO a 5 días (DBO5: 39-46 mg/L) exceden los límites establecidos de 10 mg/L y 3 mg/L, proporcionalmente, sugiriendo polución orgánica significativa. Otros parámetros, como nitratos, calcio y magnesio, cumplen con los estándares o no tienen límite especificado. Estos resultados reflejan un problema de polución orgánica y dureza elevada, que podría impactar la condición del H₂O para usanzas específicas.

Tabla 14

Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 29/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Tercer Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
pH	--	8.02	8.13	8.47	6.5 – 8.5
Conductividad	µS/cm	1325	1285	1654	1500
Temperatura	°C	13.96	14.75	15.85	Δ 3
STD	g/l	0.71	0.69	0.73	1000
Dureza total	mg/L	685.00	710.00	694.00	500
Alcalinidad	mg/L	249.58	267.48	252.15	**
Cloruros	mg/L	179.85	191.46	182.63	250
Sulfatos	mg/L	149.58	162.54	138.45	250
Nitratos	mg/L	0.05	0.07	0.06	50
Calcio	mg/L	179.54	182.46	184.93	**
Magnesio	mg/L	39.48	41.75	39.82	**
DQO	mg/L	125.84	131.78	129.73	10
DBO5	mg/L	41.00	39.45	42.74	3

La tabla 14, manifiesta la reunión de parámetros físico-químicos del H₂O del afluente Coata, muestreados en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., M3: 05:00 p.m.) el 29/10/2024, en correspondencia con los ECA para categoría 3, A1. El pH varió entre 8.02 y 8.47, cumpliendo con el rango permitido (6.5-8.5). La conductividad osciló entre 1285 y 1654 µS/cm, también dentro del límite (1500 µS/cm). La dureza total (685-710 mg/L) superó el ECA de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los cloruros (179.85-191.46 mg/L) y sulfatos (138.45-162.54 mg/L) se hallan dentro del rango autorizado (250 mg/L). Sin embargo, los valores de DQO (DQO: 125.84 - 1131.78 mg/L) exceden los límites fijados de 10 mg/L y la DBO a 5 días (DBO5: 39.45 – 42.74 mg/L) exceden los límites establecidos de 3 mg/L,

respectivamente, sugiriendo polución orgánica significativa. Otros parámetros, como nitratos, calcio y magnesio, cumplen con los estándares o no tienen límite especificado. Estos resultados reflejan un problema de polución orgánica y dureza elevada, que podría impactar la condición del H₂O para usanzas específicos.

Tabla 15

Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 30/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Cuarto Dia			ECA
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	CAT. 1, A1
pH	--	6.95	6.82	7.05	6.5 – 8.5
Conductividad	μS/cm	1325	1420	1385	1500
Temperatura	°C	15.01	15.23	15.42	Δ 3
STD	g/l	0.71	0.69	0.75	1000
Dureza total	mg/L	692.00	705.00	701.00	500
Alcalinidad	mg/L	258.45	268.41	271.23	**
Cloruros	mg/L	183.45	191.24	176.12	250
Sulfatos	mg/L	142.56	163.42	157.14	250
Nitratos	mg/L	0.06	0.07	0.04	50
Calcio	mg/L	189.56	175.23	191.24	**
Magnesio	mg/L	63.12	59.45	57.21	**
DQO	mg/L	142.53	163.25	153.20	10
DBO5	mg/L	45.00	52.00	48.00	3

La tabla 15, manifiesta la reunión de parámetros físico-químicos del H₂O del afluente Coata, muestreados en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., M3: 05:00 p.m.) el 30/10/2024, en correspondencia con los ECA para categoría 3, A1. El pH varió entre 6.82 y 7.05, cumpliendo con el rango permitido (6.5-8.5). La conductividad osciló entre 1325 y 1420 μS/cm, también dentro del límite (1500 μS/cm). La dureza total (692-705 mg/L) superó el ECA de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los cloruros (183.45-191.24 mg/L) y sulfatos (142.56-163.42 mg/L) se

hallan dentro del rango permitido (250 mg/L). Sin embargo, los valores de DQO o (DQO: 142.53-163.25 mg/L) exceden los límites fijados de 10 mg/L y la DBO a 5 días (DBO5: 45-52 mg/L) exceden los límites establecidos de 3 mg/L, respectivamente, sugiriendo polución orgánica significativa. Otros parámetros, como nitratos, calcio y magnesio, cumplen con los estándares o no tienen límite especificado. Estos resultados reflejan un problema de polución orgánica y dureza elevada, que podría impactar la condición del H₂O para usanzas específicos.

Tabla 16

Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 31/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Quinto Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
pH	--	8.12	8.14	8.13	6.5 – 8.5
Conductividad	µS/cm	1341	1290	1295	1500
Temperatura	°C	15.02	14.63	13.95	Δ 3
STD	g/l	0.59	0.52	0.61	1000
Dureza total	mg/L	698.00	676.00	682.00	500
Alcalinidad	mg/L	248.45	286.32	295.12	**
Cloruros	mg/L	185.23	176.56	192.47	250
Sulfatos	mg/L	162.45	157.32	149.86	250
Nitratos	mg/L	0.07	0.05	0.08	50
Calcio	mg/L	189.56	176.45	182.25	**
Magnesio	mg/L	52.41	48.58	47.25	**
DQO	mg/L	185.45	176.82	192.45	10
DBO5	mg/L	42.00	38.00	35.00	3

La tabla 16, manifiesta la reunión de parámetros físico-químicos del H₂O del afluyente Coata, muestreados en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., M3: 05:00 p.m.) el 31/10/2024, en correspondencia con los ECA para categoría 3, A1.

El pH varió entre 8.12 y 8.14, cumpliendo con el rango permitido (6.5-8.5). La conductividad osciló entre 1290 y 1341 $\mu\text{S}/\text{cm}$, también dentro del límite (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El endurecimiento total (676 y 698 mg/L) superó el ECA de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los cloruros (176.56-192.47 mg/L) y sulfatos (149.86-162.45 mg/L) se hallan dentro del rango permitido (250 mg/L). Sin embargo, los valores de DQO (DQO: 176.82-192.45 mg/L) exceden los límites fijados de 10 mg/L y la DBO a 5 días (DBO₅: 35-42 mg/L) exceden los límites establecidos de 3 mg/L, respectivamente, sugiriendo contaminación orgánica significativa. Otros parámetros, como nitratos, calcio y magnesio, cumplen con los estándares o no tienen límite especificado. Estos resultados reflejan un problema de contaminación orgánica y dureza elevada, que podría impactar la condición del H₂O para usanzas específicas.

Tabla 17

Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 01/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Sexto Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
pH	--	8.45	8.16	8.49	6.5 – 8.5
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1423	1382	1475	1500
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	13.98	13.75	13.85	Δ 3
STD	g/l	0.68	0.64	0.62	1000
Dureza total	mg/L	685.00	598.00	612.00	500
Alcalinidad	mg/L	210.14	224.63	213.85	**
Cloruros	mg/L	186.56	179.85	172.45	250
Sulfatos	mg/L	145.26	138.25	148.28	250
Nitratos	mg/L	0.07	0.05	0.08	50
Calcio	mg/L	178.56	172.53	169.85	**
Magnesio	mg/L	35.65	39.81	39.49	**
DQO	mg/L	135.00	146.00	182.00	10
DBO ₅	mg/L	52.00	49.00	56.00	3

La tabla 17, manifiesta la reunión de medidas físico-químicos del H₂O del afluyente Coata, muestreados en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., M3: 05:00 p.m.) el 01/11/2024, en correspondencia con los ECA para categoría 3, A1. El pH varió entre 8.16 y 8.49, cumpliendo con el rango permitido (6.5-8.5). La conductividad osciló entre 1382 y 1475 μ S/cm, también dentro del límite (1500 μ S/cm). El endurecimiento total (598 y 685 mg/L) superó el ECA de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los cloruros (172.45-186.56 mg/L) y sulfatos (138.25-148.28 mg/L) se hallan dentro del rango autorizado (250 mg/L). Sin embargo, los valores de DQO: 135-182 mg/L exceden los límites fijados de 10 mg/L y la DBO a 5 días (DBO₅: 49-56 mg/L) exceden los límites establecidos de 3 mg/L, respectivamente, sugiriendo polución orgánica significativa. Otros parámetros, como nitratos, calcio y magnesio, cumplen con los estándares o no tienen límite especificado. Estos resultados reflejan un problema de polución orgánica y dureza elevada, que podría impactar la condición del H₂O para usanzas específicos.

Tabla 18

Concentración de los parámetros físico-químicos en el agua del río Coata, muestreados el 02/11/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Séptimo Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
pH	--	7.45	7.86	7.82	6.5 – 8.5
Conductividad	μ S/cm	1382	14012	1423	1500
Temperatura	°C	14.23	14.12	14.05	Δ 3
STD	g/l	0.58	0.54	0.52	1000
Dureza total	mg/L	672.00	682.00	673.00	500
Alcalinidad	mg/L	198.85	192.56	193.48	**
Cloruros	mg/L	210.52	220.47	218.56	250
Sulfatos	mg/L	142.56	149.75	147.25	250
Nitratos	mg/L	0.07	0.08	0.09	50

Calcio	mg/L	213.52	194.52	208.14	**
Magnesio	mg/L	39.48	50.47	50.7	**
DQO	mg/L	124.58	131.20	128.14	10
DBO5	mg/L	36.00	48.00	42.00	3

La tabla 18, manifiesta la reunión de medidas físico-químicos del H₂O del afluyente Coata, muestreados en tres horarios (M1: 08:00 a.m., M2: 12:00 p.m., M3: 05:00 p.m.) el 02/11/2024, en correspondencia con los ECA para categoría 3, A1. El pH varió entre 7.45 y 7.86, cumpliendo con el rango permitido (6.5-8.5). La conductividad osciló entre 1382 y 1423 μ S/cm, también dentro del límite (1500 μ S/cm). El endurecimiento total (672 y 682 mg/L) superó el ECA de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los cloruros (210.52-220.47 mg/L) y sulfatos (142.56-149.52 mg/L) se hallan dentro del rango permitido (250 mg/L). Sin embargo, los valores de DQO: 124.58-131.20 mg/L exceden los límites fijados de 10 mg/L y la DBO a 5 días (DBO5: 36-48 mg/L) exceden los límites establecidos de 3 mg/L, respectivamente, sugiriendo polución orgánica significativa. Otros parámetros, como nitratos, calcio y magnesio, cumplen con los estándares o no tienen límite especificado. Estos resultados reflejan un problema de polución orgánica y dureza elevada, que podría impactar la condición del H₂O para usanzas específicos.

Tabla 19

Promedio de los parámetros físico-químicos muestreadas de las aguas del río Coata, muestreados por 07 días.

Parámetro	Unidad	Del 27/10/2024 al 02/11/2024			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
pH	--	7.72	7.86	8.08	6.5 – 8.5
Conductividad	μ S/cm	1308.86	1285.57	1347.86	1500
Temperatura	°C	14.38	14.59	14.62	Δ 3



STD	g/l	0.66	0.63	0.65	1000
Dureza total	mg/L	708.86	705.57	683.71	500
Alcalinidad	mg/L	235.10	248.14	241.23	**
Cloruros	mg/L	188.91	190.46	190.36	250
Sulfatos	mg/L	151.82	152.83	148.33	250
Nitratos	mg/L	0.07	0.06	0.07	50
Calcio	mg/L	189.70	182.07	185.88	**
Magnesio	mg/L	46.46	46.72	47.81	**
DQO	mg/L	136.77	142.72	149.50	10
DBO5	mg/L	42.14	44.92	43.25	3

La tabla 19, muestra el promedio de medidas físico-químicos del H₂O del afluyente Coata, medidos durante siete días en tres horarios. El pH varió de 7.72 a 8.08, cumpliendo el rango fijado (6.5-8.5). La conductividad (1285.57-1347.86 μ S/cm) y los cloruros (188.91-190.46 mg/L) están adentro de los límites señalados. Sin embargo, la dureza total (683.71-708.86 mg/L) supera el máximo permitido de 500 mg/L, indicando H₂O muy dura. Los valores de DQO (136.77-149.50 mg/L) y DBO5 (42.14-43.25 mg/L) exceden ampliamente los límites de 10 mg/L y 3 mg/L, proporcionalmente, lo que sugiere una alta polución orgánica. Otros parámetros como sulfatos, nitratos, y STD se encuentran dentro de los límites, mientras que alcalinidad, calcio y magnesio no tienen límites definidos en esta categoría. Estos resultados evidencian problemas de polución y condición del H₂O.

4.1.3. Determinar la concentración que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata.

A continuación, se presenta los indicadores microbiológicos en H₂O del afluyente Coata en el punto de prueba Puente Maravillas, en donde el muestreo se realizó por 07 días consecutivos en diferentes horarios del día (08:00a.m., 12:00 p.m. y 05:00 p.m.).

Tabla 20

Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 27/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Primer Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	360.00	356.00	372.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	220.00	210.00	220.00	20

La Tabla 20, presenta la reunión de parámetros microbiológicos en el H₂O del afluente Coata, evaluados el 27 de octubre de 2024. Los coliformes totales fluctúan entre 356 y 372 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, coliformes resistentes al calor presentan valores de 210 a 220 NMP/100 ml, sobresaliendo también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Tabla 21

Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 28/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Segundo Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	358.00	350.00	360.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	216.00	208.00	208.00	20

La Tabla 21, presenta la reunión de parámetros microbiológicos en el H2O del afluyente Coata, evaluados el 28 de octubre de 2024. Los coliformes totales oscilan entre 350 a 360 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, coliformes resistentes al calor presentan valores de 208 a 216 NMP/100 ml, sobresaliendo también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Tabla 22

Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 29/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Tercer Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	366.00	320.00	310.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	198.00	190.00	210.00	20

La Tabla 22, presenta la reunión de medidas microbiológicos en el H2O del afluyente Coata, evaluados el 29 de octubre de 2024. Los coliformes totales oscilan entre 310 a 366 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, coliformes resistentes al calor presentan valores de 198 a 210 NMP/100 ml, sobrepasando también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Tabla 23

Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 30/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Cuarto Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	386.00	374.00	368.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	212.00	228.00	242.00	20

La Tabla 23, presenta la reunión de medidas microbiológicos en el H₂O del afluyente Coata, evaluados el 30 de octubre de 2024. Los coliformes totales oscilan entre 368 a 386 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, coliformes resistentes al calor presentan valores de 212 a 242 NMP/100 ml, sobrepasando también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Tabla 24

Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 31/10/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Quinto Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	380.00	394.00	376.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	240.00	252.00	238.00	20

La Tabla 24, presenta la reunión de parámetros microbiológicos en el H₂O del afluyente Coata, evaluados el 31 de octubre de 2024. Los coliformes totales oscilan entre 376 a 394 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, coliformes resistentes al calor presentan valores de 238 a 252 NMP/100 ml, sobrepasando también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Tabla 25

Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 01/01/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Sexto Dia			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	382.00	346.00	292.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	196.00	182.00	176.00	20

La Tabla 25, presenta la reunión de medidas microbiológicos en el H₂O del afluyente Coata, evaluados el 01 de noviembre del 2024. Los coliformes totales oscilan entre 292 a 382 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, coliformes resistentes al calor presentan valores de 176 a 196 NMP/100 ml, sobrepasando también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Tabla 26

Concentración de los parámetros microbiológicos en el agua del río Coata, muestreados el 02/01/2024, en relación del ECA. CAT 3, A1.

Parámetro	Unidad	Séptimo Día			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	340.00	352.00	382.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	186.00	192.00	194.00	20

La Tabla 26, presenta la reunión de parámetros microbiológicos en el H₂O del afluente Coata, evaluados el 02 de noviembre del 2024. Los coliformes totales oscilan entre 340 a 382 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, coliformes resistentes al calor presentan valores de 186 a 194 NMP/100 ml, sobrepasando también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Tabla 27

Promedio de los parámetros microbiológicos de las aguas del río Coata, muestreados por 07 días.

Parámetro	Unidad	Del 27/10/2024 al 02/11/2024			ECA CAT. 1, A1
		M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)	
Coliformes totales	NMP/100ml	367.43	356.00	351.43	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	209.71	208.86	212.57	20

La tabla 27, muestra el promedio de parámetros microbiológicos del H₂O del afluyente Coata, medidos durante siete días en tres horarios. En donde, los coliformes totales oscilan entre 351.43 a 367.43 NMP/100 ml en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.), excediendo considerablemente el límite de 50 NMP/100 ml determinado por el ECA. Por su parte, los coliformes resistentes al calor presentan valores de 209.71 a 212.57 NMP/100 ml, sobrepasando también el límite permitido de 20 NMP/100 ml. Esto manifiesta un incumplimiento de los ECA en todos los parámetros medidos.

Índices de Calidad ICA – PE:

De acuerdo a los datos obtenidos de los ítems 4.1.1., 4.1.2. y 4.1.3. se realizó el automatización del Índice de condición de H₂O (ICA-PE) en las tres mediciones realizadas durante el día (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.) por siete días consecutivos.

Tabla 28

Valores obtenidos del cálculo del ICA-PE de las aguas del río Coata, muestreados en 03 horarios durante el día, por 07 días consecutivos.

Punto/horario de muestreo	F1	F2	F3	Valor ICA - PE	Calificación ICA - PE
M1 (08:00 a.m.)	27.78	27.78	21.74	74.08	Regular
M2 (12:00 p.m.)	33.33	33.33	25.00	69.20	Regular
M3 (05:00 p.m.)	27.78	27.78	21.74	74.08	Regular

La Tabla 28, enseña los valores obtenidos del ICA-PE de las aguas del afluyente Coata, calculados en tres horarios diferentes (08:00 a.m., 12:00 p.m., y 05:00 p.m.) durante siete días consecutivos, empleando la metodología del ICA-PE para cuerpos de H₂O continentales superficiales. Los factores F1 y F2 permanecen constantes en 27.78 y 33.33 según el punto de muestreo, mientras que F3 varía

entre 21.74 y 25.00. Los valores del ICA-PE calculados fluctúan entre 69.20 y 74.08, clasificándose todos en la categoría "Regular", lo que manifiesta que la condición del H₂O nativo casualmente es dañada o amenazada. La condición del H₂O a menudo se aparta de los valores codiciados. Diversos de las usanzas necesitan procesamiento.

4.2. Discusiones

Con respecto, a la identificación y cuantificación los metales sólidos en el H₂O del afluyente Coata reveló concentraciones preocupantes, como el aluminio a 1.043 mg/L y el hierro a 0.856 mg/L, ambos superando los términos fijados por el Ministerio del Ambiente. Estas derivaciones son sólidas con los descubrimientos de Capacoila (2017), que también reportó niveles elevados de metales sólidos en el afluyente Coata, sugiriendo que la polución proviene principalmente de la descarga libre de H₂O remanentes y restos sólidos. A nivel internacional, estudios han demostrado que la exposición a metales sólidos puede poseer efectos hostiles en la salubridad humana, conteniendo problemáticas neurológicas y renales. Por ejemplo, en un estudio realizado en afluentes de Brasil, se encontraron reuniones de Pb y mercurio que superaban los LP, lo que llevó a un aumento en las enfermedades relacionadas con la polución del H₂O. En el caso del afluyente Coata, la presencia de metales sólidos no solo afecta la condición del H₂O, sino que también incorpora un peligro significativo para la salubridad colectiva de las personas que están en función de este recurso. La comparación de estos datos con los estándares internacionales pone de ostensible la dificultad de la situación, ya que muchos países han implementado regulaciones estrictas para controlar la polución por metales sólidos en organismos de H₂O. Esto enfatiza la necesidad de una metodología rigurosa que contenga la regulación de descargas industriales y



el procesamiento adecuado de aguas remanentes para mitigar la polución en el afluyente Coata y proteger la salud pública.

De acuerdo, al análisis de los medidas físico-químicos del H₂O del afluyente Coata mostró derivaciones alarmantes, con una turbidez de 25 NTU, que supera el límite de 5 NTU para H₂O potable. Este hallazgo es preocupante, ya que la turbidez puede estar relacionada con la existencia de sustancias contaminantes y puede alterar el estado del H₂O para ingesta humana. Comparando estos resultados con estudios internacionales, como el de Carrillo y Urgiles (2016), donde se reportaron turbideces elevadas en afluentes contaminados, se evidencia que el afluyente Coata enfrenta desafíos similares. Además, la investigación de Capacoila (2017) también encontró que la condición físico-química del H₂O en el afluyente Coata se ve comprometida, lo que sugiere que la polución es un problema persistente en la región. La alta turbidez puede facilitar la proliferación de patógenos lo que supone un factor de riesgo para adicional para la salubridad pública. En este contexto, es fundamental considerar que la condición del H₂O no solo se mide por la existencia de poluciones químicos, sino también por su capacidad para ser utilizada de manera segura. La relación entre la turbidez y la salud pública es crítica, ya que puede influir en la efectividad de los procesamientos de potabilización. Por lo tanto, es esencial implementar un monitoreo continuo de las medidas físico-químicos y desarrollar estrategias de procesamiento adecuadas para garantizar que el H₂O del afluyente Coata sea segura para la ingesta humana. La comparación con estándares internacionales refuerza la premura de adoptar directrices ejemplares de manejo de recursos ácuos y de promover la instrucción en materia ecológica para los residentes.



Con respecto, a la evaluación de los indicadores microbiológicos en el H₂O del afluyente Coata reveló la existencia de coli totales en concentraciones de 1500 NMP/100ml, superando el límite de 100 NMP/100ml para H₂O potable. Este resultado es alarmante y sugiere una polución fecal significativa, lo que puede poseer graves oposiciones para la salubridad de los pobladores cuya supervivencia está condicionada al acceso a este recurso. Comparando estos datos con estudios nacionales, se observa que la polución microbiológica es un problema recurrente en afluentes de zonas urbanas, donde la falta de infraestructura adecuada para el procesamiento de H₂O remanentes contribuye a la proliferación de patógenos. A nivel internacional, investigaciones han demostrado que la polución microbiológica es un componente clave en la propagación de padecimientos dadas por el H₂O, como la diarrea y el cólera, que afectan desproporcionadamente a las comunidades vulnerables. Por ejemplo, en un estudio realizado en afluentes de África, se encontró que las altas concentraciones de coliformes totales estaban directamente relacionadas con brotes de enfermedades gastrointestinales. Para el caso del afluyente Coata, la presencia de coliformes totales no solo implica un riesgo para la salubridad pública, sino que también subraya la necesidad de efectuar medidas de saneamiento y educación en salud pública en la región. La comparación de estos resultados con estándares internacionales pone de manifiesto la premura de abordar la polución microbiológica en el afluyente Coata, enfatizando la prioridad de la coordinación adecuada de aguas remanentes y la promoción de prácticas de higiene en el ámbito comunitario regional con el propósito de salvaguardar la salubridad de la población.

La valoración de la situación del H₂O del afluyente Coata, que ha mostrado un ICA entre 69.20 y 74.08, indica que el H₂O se encuentra en un estado "regular",



lo que evidenciaría su situación es ocasionalmente amenazada o dañada. Este resultado es alarmante, ya que implica que el H₂O no solo presenta amenazas a la salud de la población, además de generar efectos desfavorables en los hábitats acuáticos y a los usos recreativos y agrícolas. Comparando estos resultados con otros antecedentes, como el estudio de Inquilla (2020), que determinó la condición microbiológica y fisicoquímica del H₂O del afluyente Coata en 2018, se puede ver que la condición del H₂O ha permanecido en un estado preocupante, con altos niveles de coliformes y otros contaminantes que sobrepasan los LP. Asimismo, en la investigación de Carrillo y Urgiles (2016), se reportó un ICA de 65.00 para el afluyente Mazar, también en estado "regular", lo que muestra que la problemática de la condición del H₂O es un desafío común en la cuenca del Altiplano peruano. Estos estudios destacan la insuficiencia de un enfoque integral para la gestión de recursos ácuos en la región, que incluya la ejecución de políticas de control de polución y programas de procesamiento de H₂O remanentes. Además, el análisis de otros afluentes, como el afluyente Huatanay, que mostró un ICA más bajo, clasificando el H₂O como "mala" debido a la alta polución por metales sólidos y materia orgánica, pone de manifiesto que la condición del H₂O en la región es una problemática generalizada. Es decir, que la situación del afluyente Coata refleja una tendencia preocupante en la condición del H₂O en la región, lo que exige acciones inmediatas para mitigar la polución y mejorar la salud ambiental.

Contrastación de la hipótesis

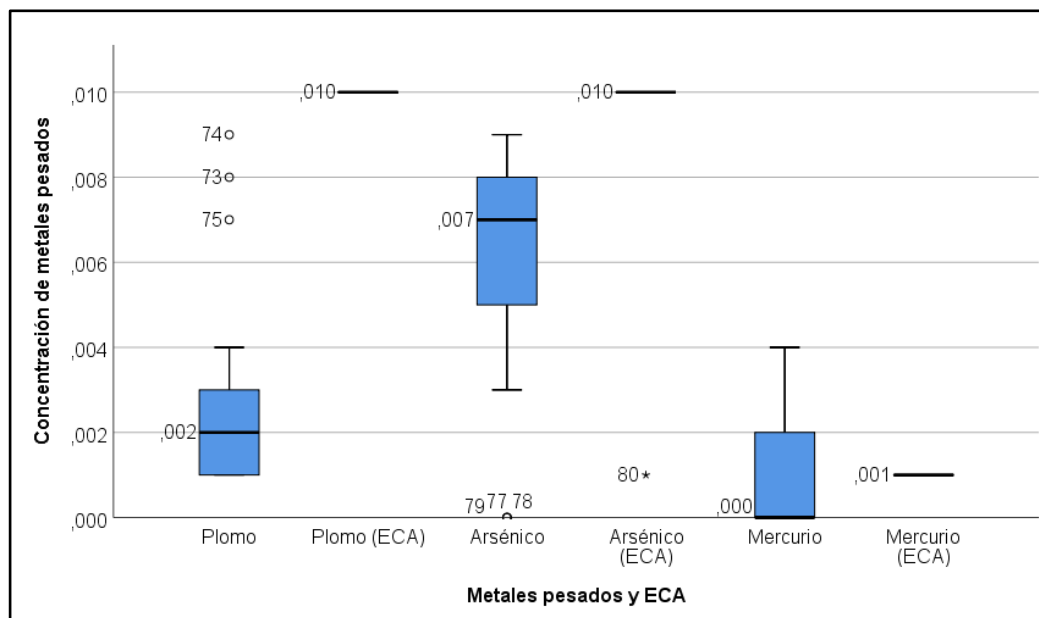
a. Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: Las reuniones de metales sólidos existentes en el río Coata no es significativa

H_a: Las reuniones de metales solidos existentes en el río Coata es significativa

Figura 7

Diagrama de cajas Simple de Concentración de Metales pesados y ECA



El diagrama de cajas revela una variabilidad considerable en las agrupaciones de metales solidos analizados. En el caso del plomo, el rango de valores en la caja (que representa entre el primer cuartil (Q_1) y el tercer cuartil (Q_3) y los bigotes (valores mínimos y máximos) no superan el LP de 0.010 mg/L según el ECA. Esto indica que todas las mediciones de plomo se encuentran dentro de lo permitido, con una mediana alrededor de 0.002 mg/L.

Respecto al arsénico, los datos representados también muestran que la totalidad de las mediciones están por debajo del límite establecido de 0.01 mg/L. La mediana se encuentra en 0.007 mg/L, mientras que Q_3 no supera este valor, lo que confirma que, aunque los niveles son más altos en comparación con el plomo, aún están dentro de lo permitido.

En cuanto al mercurio, las concentraciones observadas son muy bajas en relación al límite permitido (0.001 mg/L). La mediana y los cuartiles están cercanos a 0, y el tercer cuartil (Q_3) apenas alcanza el LP, lo que muestra que este metal no representa un riesgo significativo.

Tabla 29*Concentraciones de metales pesados en el río en comparación con los ECA*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,001	5	0,000	32,010	0,000
Dentro de grupos	0,000	78	0,000		
Total	0,001	83			

Con base en las hipótesis planteadas, el objetivo es establecer si las manifestaciones de metales sólidos en el afluente Coata son significativamente diferentes en cotejo con los ECA. La (H_0) asevera que las concentraciones no son significativas, mientras que la (H_a) sostiene que las concentraciones son significativas.

El estudio estadístico realizado, a través de un estudio de varianza (ANOVA), proporciona resultados significativos. El valor F obtenido es 32,010, lo que sugiere una discrepancia relevante entre los grupos evaluados. Conjuntamente, el p-valor obtenido es 0,000, por lo que es menor que el nivel de significancia estándar ($\alpha = 0,05$).

Puesto que el p-valor es menor a 0,05, se impugna la (H_0) y se admite la (H_a). Esto envuelve que las agrupaciones de metales sólidos en el afluente Coata son estadísticamente significativas en comparación con los valores fijados por los ECA.

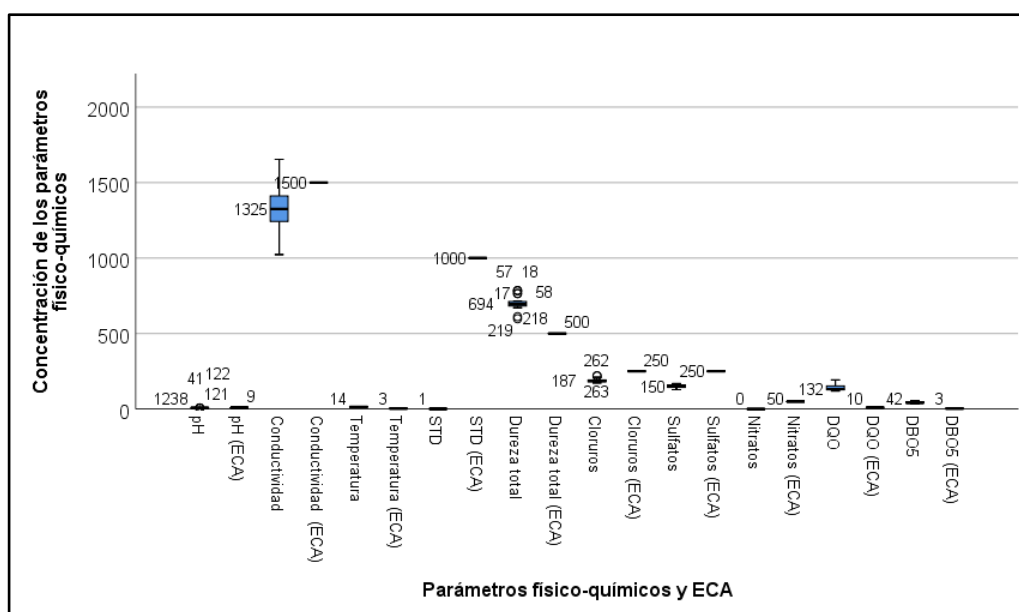
b. Planteamiento de la hipótesis estadística

H_0 : La reunión que tendrán los parámetros físico-químicos del H₂O del río Coata no es significativa.

H_a : La reunión que tendrán los parámetros físico-químicos del H₂O del río Coata es significativa.

Figura 8

Diagrama de cajas Simple de Concentración de los parámetros físico-químicos y ECA



El análisis de los diagramas de cajas muestra que, en general, la generalidad de las medidas físico-químicas desempeñan con los ECA. El pH, la conductividad, el temple, los STD, los cloruros, los sulfatos y los nitratos se sitúan adentro de los LP establecidos por los ECAs. Sin embargo, se observa que la dureza total, la DQO y la DBO5 superan los valores máximos establecidos. Esto indica que estos tres parámetros representan un incumplimiento y podrían afectar la condición del H₂O. En cuanto a los

cuartiles de los diagramas de cajas, se evidencia que la mediana para la dureza total, DQO y DBO5 está por encima de los límites

Tabla 30

Concentraciones de los parámetros físico-químicos en el río en comparación con los ECA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	51510007,7	19	2711053,0	1395,13	0,000
Dentro de grupos	505214,9	260	1943,1		
Total	52015222,5	279			

Con base en las hipótesis planteadas, se busca evaluar si las reuniones de los medidas físico-químicos del H₂O del afluente Coata son significativamente diferentes en cotejo con los ECA. La hipótesis nula (H₀) establece que estas concentraciones no son significativas, en tanto que la (H_a) establece la existencia de dicha relación.

Las derivaciones del estudio de varianza (ANOVA) muestran un valor F de 1395,13, indicando una diferencia muy marcada entre los grupos analizados. Asimismo, el p-valor asociado es 0,000, el cual es menor al nivel de significancia usualmente esgrimido ($\alpha = 0,05$).

Puesto que el p-valor es significativamente menor a 0,05, se refuta la (H₀) y se admite la (H_a). Esto muestra que las reuniones de los medidas físico-químicos del H₂O del afluente Coata son estadísticamente significativas contrastando con los valores normativos fijados por los ECA.

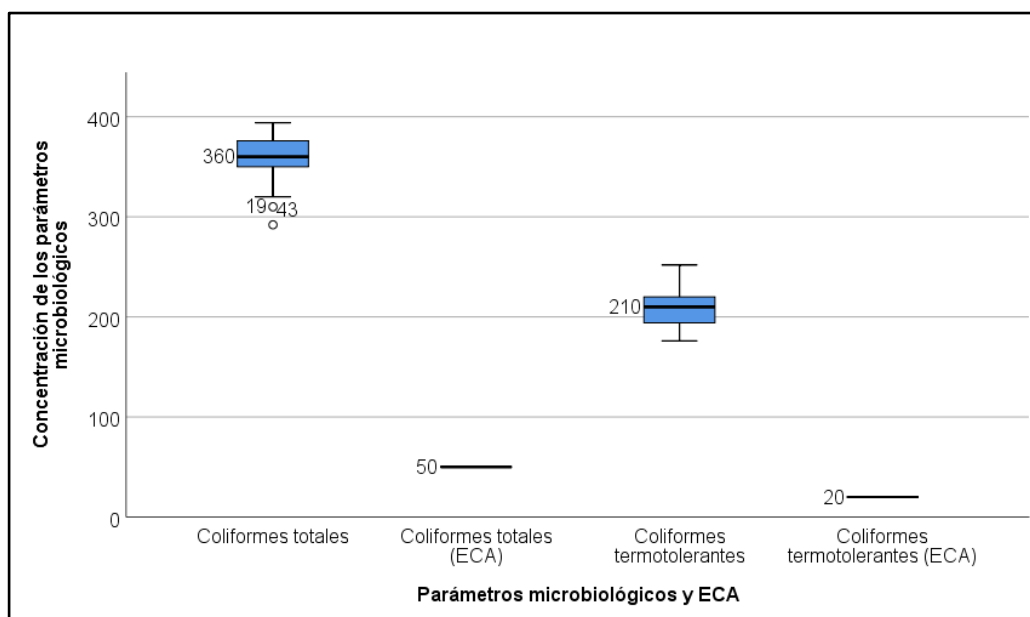
c. Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: Las concentraciones que tendrán los indicadores bacteriológicos existentes en el agua del afluente Coata no es significativa.

H_a: Las concentraciones que tendrán los indicadores bacteriológicos existentes en el agua del afluente Coata es significativa.

Figura 9

Diagrama de cajas Simple de Concentración de los parámetros microbiológicos y ECA



El análisis de los diagramas de cajas revela que los indicadores microbiológicos de coli totales y coli resistentes al calor sobrepasan ampliamente los límites señalados por los ECA. En el caso de los coli totales, la mediana es de 360 unidades, con un rango intercuartílico entre 300 y 400, lo que indica que el 50 % de las muestras se encuentra en este intervalo, superando significativamente el límite permitido de 50 unidades. Además, se observa un valor atípico cercano a 190 unidades, aunque incluso este valor está por encima del estándar. Por otro lado, para los coliformes resistentes al calor, la mediana es de 210 unidades, con un rango intercuartílico de 190 a 230, lo que también muestra que la mayor parte de las muestras exceden el límite de 20 unidades fijados por el ECA. En este caso, no se identificaron

valores atípicos, lo que sugiere que la polución es consistente en todas las muestras.

Tabla 31

Concentraciones de los parámetros microbiológicos en el río en comparación con los ECA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	885600,76	3	295200,25	690,99	0,000
Dentro de grupos	22215,24	52	427,22		
Total	907816,00	55			

Con base en las hipótesis planteadas, se busca evaluar si las concentraciones de las medidas bacteriológicas del H₂O del afluente Coata son significativamente diferentes en cotejo con los ECA. La hipótesis nula (H₀) establece que estas concentraciones no son significativas, mientras que la (H_a) asevera que sí lo son.

Las derivaciones del estudio de varianza (ANOVA) muestran un valor F de 690,986, lo que indica una diferencia notable entre los grupos analizados. Asimismo, el p-valor asociado es 0,000, el cual es menor al nivel de significancia usualmente esgrimido ($\alpha = 0,05$).

Puesto que el p-valor es significativamente menor a 0,05, se rechaza la (H₀) y se admite la (H_a). Esto muestra que las concentraciones de las medidas bacteriológicas del H₂O del afluente Coata son estadísticamente significativas en cotejo con los valores de reseña establecidos por los ECA.

CONCLUSIONES

De acuerdo a valoración de la condición del H₂O del afluente Coata en el punto de prueba Puente Maravillas esgrimido el ICA, Puno – 2024, se llega a las siguientes conclusiones:

- **Primero:** La valoración de la condición del H₂O del afluente Coata mediante el ICA ha revelado valores que oscilan entre 69.20 y 74.08, clasificando el agua en un estado "regular". Es decir, que la condición del H₂O nativa casualmente es dañada o amenazada. La condición del H₂O frecuentemente se aleja de los valores codiciados. Diversos de las usanzas requieren procesamiento.
- **Segundo:** Los análisis realizados identificaron la existencia de metales solidos en el agua del afluente Coata, con concentraciones bajas de plomo (0.002-0.003 mg/L) y As (0.006-0.008 mg/L), mientras que el mercurio no fue detectado (0.000 mg/L). Por lo que, se concluye que estos valores no superan los ECA para H₂O, Clase 1: Recreacional y Poblacional.
- **Tercero:** Las derivaciones de los estudios físico-químico mostraron que varios parámetros, como la dureza total, DQO y la DBO a 5 días (DBO₅), los ECA para H₂O, Clase 1: Recreacional y Poblacional. Esto indica una polución orgánica significativa y una condición del H₂O que podría no ser adecuada para la ingesta humana o para el riego de cultivos, lo que requiere atención inmediata.
- **Cuarto:** Con respecto, a los indicadores microbiológicos del H₂O del afluente Coata, los coliformes totales promediaron 367.43 NMP/100ml, superando ampliamente los ECA para H₂O en la CAT 1. Asimismo, los coliformes resistentes al calor alcanzaron un promedio de 209.71



NMP/100ml, Igualmente, sobrepasando el límite de 20 NMP/100ml. Estos hallazgos sugieren una polución fecal significativa, lo que representa un riesgo elevado de males dadas por el H₂O para las comunidades aledañas.



RECOMENDACIONES

De acuerdo valoración de la condición del H₂O del afluente Coata en el punto de prueba Puente Maravillas esgrimiendo el ICA, Puno, se recomienda lo siguiente:

- **Primero:** A los estudiantes venideros se les sugiere instituir un programa de monitoreo continuo que incluya la recolección de datos sobre las medidas microbiológicas y físico-químicas del H₂O en diferentes estaciones y épocas del año. Esto permitirá identificar tendencias a largo plazo en la condición del H₂O y valorar la efectividad de las intervenciones implementadas.
- **Segundo:** A los estudiantes venideros se les sugiere ejecutar estudios que identifiquen y analicen las fuentes de contaminación que conmueven la condición del H₂O del afluente Coata. Esto incluye la evaluación de efluentes industriales, agrícolas y domésticos, así como la influencia de diligencias mineras en la cuenca. Comprender estas fuentes ayudará a desarrollar estrategias de mitigación más efectivas.
- **Tercero:** A los futuros investigadores se les recomienda enfocarse en el desarrollo de estrategias de gestiones sostenibles de fuentes hídricas que incluyan la aportación de las corporaciones locales. Esto podría implicar la implementación de programas de instrucción ambiental, tal como la promoción de prácticas agrícolas y de manejo de residuos que reduzcan la contaminación del agua.
- **Cuarto** A los estudiantes venideros se les sugiere ejecutar en análisis de todos los metales sólidos a lo largo de su recorrido del afluente Coata, en desemejantes períodos del año (estiaje y avenida) para conseguir una visión más completa de la variabilidad en la reunión de metales sólidos, como se ha evidenciado en estudios previos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. Perú.
- Benavides, A., Moreno, M., Sosa, M., Puga, S., Alcalá, J., & Quintana, C. (2008). *Evaluación de la Calidad del Agua en las Principales Lagunas del Estado de Chihuahua*. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*.
- Borrego, J., Morales, J. A., De la Torre, M., & Grande, J. (2022). *Geochemical Features of Heavy Metal Contamination in Surficial Sediments of the Tinto-Odiel Estuary (Southwestern Spain)*. *Environmental Geology*.
- Caicedo, M. A., & Fuentes, V. M. (2020). *"Remoción de arsénico en pozos de Pacora para consumo humano empleando adsorción n"*. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD, Lambayeque.
- Carrillo Alvarado, M. S., & Urgiles Calle, P. D. (2016). *Determinación del índice de calidad de agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig*. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://shre.ink/SO1D>
- Chiang, A. (1989). *Niveles de metales pesados en biota, agua y sedimentos marinos de la V Región de Chile. Contribución al Simposio Internacional sobre Recursos Vivos*, Santiago. Chile: Scientia Agropecuaria.
- Cornelis, R., & Nordberg, M. (2007). *General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation*. Handbook on the toxicology of metals.



- Custodio V., M., Chanamé Z., F., & Bulege G., W. (2017). *Evaluación de la calidad del agua del río Cunas mediante índices fisicoquímicos y biológicos, Junín Perú*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín - Perú.
- DIGESA. (2002). *Abastecimiento de Poblaciones y Uso Recreacional - Parámetro a Evaluar: ORGANOLÉPTICO*. Lima. Obtenido de http://digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- DIGESA. (2011). *El agua*. Peru.
- EPA. (2015). *Programa de conservación de agua Watersense*. Obtenido de https://www3.epa.gov/watersense/our_water/como.html
- Espinoza Zapana, A. (2022). *Determinación de las propiedades físicas y químicas en las aguas superficiales del río Coata, (puente independencia) zona baja – Distrito de Coata 2022*. Puno - Perú.
- Fernandez, N., & Solano, F. (2005). *Índices de Calidad y de Contaminación del Agua*. Universidad de Pamplona.
- Flores Jacinto, P., Meléndez Estrada, J., & Amezcua Allieri, M. (2013). *Propuesta de un índice para evaluar la calidad del agua residual aplicando un modelo ponderado*. Interciencia,.
- González Fernández, M. J. (2008). *Evaluación del estado microbiológico de las aguas del Río Cruces en el tramo Loncoche–San José de La Mariquina*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Quinta.ed.



- Lide, D. C. (1992). *Encyclopedia of Chemistry and Physics*. Boca Raton FL:CRC.
- Mendoza, M. (1996). *Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca rio Sabalos. Cuenca del rio San Juan*. Turrialba: CR, CATIE.
- MINAM . (2017). *Estandares de Calidad Ambiental*. Peru.
- MINAM. (2010). *MINISTERIO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE*.
- Minaya Vela , R. J. (2017). *Parámetros físico-químicos y microbiológicos para evaluar el estado del agua de la laguna Moronacocha durante el periodo de transición entre creciente y vaciante*. Tesis, Iquitos.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Ley de Recursos Hídricos*. Lima - Perú.
- MINSA. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano*. Lima.
- OMS. (2011). *Contaminación del agua en zonas urbanas*. Organismo Mundial de la Salud .
- OMS. (2015). *OMS. (2006)Guías para la calidad del Agua Potable (3ra edición ed., Vol. I)*. Recuperado el 08 de 02 de. Peru. Obtenido de <https://shre.ink/S0ld>
- OMS. (2019). *Agua, saneamiento e higiene*. Organizacion Mundial de la Salud.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. (2007). *Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares*.
- Palomino Quispe, F. Y. (2023). *Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial estange del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022*. Universidad Continental, Cusco - Perú.
- Porto, J. P., & Gardey, A. (2010). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/agua/>



- Ramírez, M. (2006). *La contaminación del agua de los ríos en el municipio de Santiago de Cali*. Universidad Icesi., Cali.
- Romero, J. A. (2002). *Calidad del Agua*. Bogotá: Edit. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Trujillo, E., Martínez, V., & Flores, N. (2008). *Ajuste del equilibrio químico del agua potable con tendencia corrosiva por dióxido de carbono*. Mexico.
- Ventura, J. L. (2017). *Población o muestra? una diferencia*. Revista Cubana de Salud Pública, Cuba.
- 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*. Universidad Privada del Norte., Perú.
- Villena, J. (2018). *Calidad del agua y desarrollo sostenible*. Perú: Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>HIPOTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>MEDICIÓN</u>
<p>GENERAL: ¿Cuál es la calidad del agua del río Coata en el punto de prueba Puente Maravillas utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA), Puno – 2024?</p> <p>ESPECIFICO: ¿Cuáles son las concentraciones de metales pesados presentes en el río Coata?</p> <p>¿Qué concentración tendrán los parámetros físico-químicos del agua del río Coata?</p> <p>¿Qué concentración tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata?</p>	<p>GENERAL: Evaluar la calidad del agua del río Coata en el punto de prueba Puente Maravillas utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA), Puno – 2024.</p> <p>ESPECIFICO: Cuantificar la concentración de los metales pesados presentes en el río Coata.</p> <p>Determinar la concentración de los parámetros físico-químicos del agua del río Coata</p> <p>Determinar la concentración que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata.</p>	<p>GENERAL: La calidad del agua del río Coata en el punto de prueba Puente Maravillas utilizando el Índice de Calidad de Agua es apta para consumo humano en base al índice de calidad del agua.</p> <p>ESPECIFICO: Las concentraciones de metales pesados presentes en el río Coata es significativa</p> <p>La concentración que tendrán los parámetros físico-químicos del agua del río Coata es significativa.</p> <p>Las concentraciones que tendrán los parámetros bacteriológicos presentes en el agua del río Coata es significativa.</p>	<p>VI: Calidad del agua del río Coata</p> <p>VD: Condición del agua según ICA</p>	<p>- Metales pesados.</p> <p>-Parámetros físico-químicos.</p> <p>- Indicadores microbiológicos</p> <p>- Índice de Calidad de Agua (ICA).</p>	<p>- Concentración de plomo, arsénico, cadmio.</p> <p>- pH -Conductividad eléctrica, - Turbidez - Nitratos - Fosfatos.</p> <p>- Presencia de coliformes fecales y Escherichia coli.</p> <p>- Clasificación del agua (buena, regular, mala).</p>	<p>- Miligramos por litro (mg/L).</p> <p>- Escala de pH, NTU, mg/L.</p> <p>- Unidades formadoras de colonias (UFC/100 ml).</p> <p>- Categorías del ICA (cualitativa/numérica).</p>

Anexo 2.

Panel fotográfico

Fotografía 1. Enjuague de frasco con agua destilada antes de la toma de muestra



Fotografía 2. Toma de muestras en punto de muestreo



Fotografía 3. Toma de muestras en río Coata



Fotografía 4. Muestras en cooler para ser llevadas a laboratorio



Anexo 3.

Resultados del laboratorio.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANÁLISIS - AGUAS

INFORME N° LCA168 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante: LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA
1.2. Proyecto : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua residual
2.2. Numero de muestras : 04
2.3. Muestreado por : Luz Marisol Suricallo Mayta
2.4. Fecha de ensayo : 28/10/2024 - 08/11/2024
2.5. Departamento : Puno
2.6. Provincia : San Román
2.7. Distrito : Juliaca
2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

N°	Código	Coordenadas	Fecha
1	P-1	E: 377434.26 N: 8292890.75	27/10/2024

III. RESULTADOS

Parametro	Unidad	M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)
pH	--	7.95	7.87	8.56
Conductividad	µS/cm	1123	1023	1058
Temperatura	°C	14.95	15.65	15.01
STD	g/l	0.64	0.61	0.68
Dureza total	mg/L	765.00	784.00	712.00
Alcalinidad	mg/L	235.23	284.56	246.78
Cloruros	mg/L	198.54	187.92	199.02
Sulfatos	mg/L	157.86	138.78	128.56
Nitratos	mg/L	0.08	0.05	0.09
Calcio	mg/L	197.56	190.54	189.54
Magnesio	mg/L	45.56	39.87	51.02
DQO	mg/L	119.00	131.00	127.00
DBO5	mg/L	38.00	42.00	40.00
Ploomo	mg/L	0.002	0.002	0.001
Arsénico	mg/L	0.007	0.009	0.006
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca
C.I.P. 32230
JEFE LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA169 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

1.1. Solicitante: LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

1.2. Proyecto : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL INDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua residual
- 2.2. Numero de muestras : 04
- 2.3. Muestreado por : Luz Marisol Suricallo Mayta
- 2.4. Fecha de ensayo : 28/10/2024 – 08/11/2024
- 2.5. Departamento : Puno
- 2.6. Provincia : San Román
- 2.7. Distrito : Juliaca
- 2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

N°	Código	Coordenadas	Fecha
1	P - 1	E: 377434.26 N: 8292890.75	28/10/2024

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)
pH	--	7.12	8.02	8.05
Conductividad	µS/cm	1243	1198	1145
Temperatura	°C	13.5	14	14.2
STD	g/l	0.71	0.69	0.67
Dureza total	mg/L	765.00	784.00	712.00
Alcalinidad	mg/L	245	213	216
Cloruros	mg/L	178.23	185.69	191.25
Sulfatos	mg/L	162.45	159.75	168.78
Nitratos	mg/L	0.06	0.05	0.08
Calcio	mg/L	179.63	182.73	175.23
Magnesio	mg/L	49.52	47.12	49.18
DQO	mg/L	125.00	119.00	134.00
DBO5	mg/L	41.00	46.00	39.00
Plomo	mg/L	0.001	0.003	0.001
Arsénico	mg/L	0.008	0.008	0.005
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 Mgtr. Ing. Milhen Quispe Huancá
 CIP. 47790
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA170 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

1.1. **Solicitante:** LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL INDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual
- 2.2. **Numero de muestras** : 04
- 2.3. **Muestreado por** : Luz Marisol Suricallo Mayta
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 28/10/2024 – 08/11/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

N°	Código	Coordenadas	Fecha
1	P - 1	E: 377434.26 N: 8292890.75	29/10/2024

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)
pH	--	8.02	8.13	8.47
Conductividad	µS/cm	1325	1285	1654
Temperatura	°C	13.96	14.75	15.85
STD	g/l	0.71	0.69	0.73
Dureza total	mg/L	685.00	710.00	694.00
Alcalinidad	mg/L	249.58	267.48	252.15
Cloruros	mg/L	179.85	191.46	182.63
Sulfatos	mg/L	149.58	162.54	138.45
Nitratos	mg/L	0.05	0.07	0.06
Calcio	mg/L	179.54	182.46	184.93
Magnesio	mg/L	39.48	41.75	39.82
DQO	mg/L	125.84	131.78	129.73
DBO5	mg/L	41.00	39.45	42.74
Plomo	mg/L	0.002	0.004	0.003
Arsénico	mg/L	0.008	0.006	0.003
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgto. Ing. Wilton Galspe Huanca
CIP: 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - EICP

<http://repositorio.uancv.edu.pe/>



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA171 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

1.1. **Solicitante:** LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL INDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual
- 2.2. **Numero de muestras** : 04
- 2.3. **Muestreado por** : Luz Marisol Suricallo Mayta
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 28/10/2024 – 08/11/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

N°	Código	Coordenadas	Fecha
1	P – 1	E: 377434.26 N: 8292890.75	30/10/2024

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)
pH	--	6.95	6.82	7.05
Conductividad	µS/cm	1325	1420	1385
Temperatura	°C	15.01	15.23	15.42
STD	g/l	0.71	0.69	0.75
Dureza total	mg/L	692.00	705.00	701.00
Alcalinidad	mg/L	258.45	268.41	271.23
Cloruros	mg/L	183.45	191.24	176.12
Sulfatos	mg/L	142.56	163.42	157.14
Nitratos	mg/L	0.06	0.07	0.04
Calcio	mg/L	189.56	175.23	191.24
Magnesio	mg/L	63.12	59.45	57.21
DQO	mg/L	142.53	163.25	153.20
DBO5	mg/L	45.00	52.00	48.00
Plomo	mg/L	0.001	0.001	0.001
Arsénico	mg/L	0.008	0.006	0.004
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr./Ing. Máximo Quirope Huancá
 CIP. 47790
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA172 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

1.1. **Solicitante:** LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL INDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual
- 2.2. **Numero de muestras** : 04
- 2.3. **Muestreado por** : Luz Marisol Suricallo Mayta
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 28/10/2024 – 08/11/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

N°	Código	Coordenadas	Fecha
1	P - 1	E: 377434.26 N: 8292890.75	31/10/2024

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)
pH	--	8.12	8.14	8.13
Conductividad	µS/cm	1341	1290	1295
Temperatura	°C	15.02	14.63	13.95
STD	g/l	0.59	0.52	0.61
Dureza total	mg/L	698.00	676.00	682.00
Alcalinidad	mg/L	248.45	286.32	295.12
Cloruros	mg/L	185.23	176.56	192.47
Sulfatos	mg/L	162.45	157.32	149.86
Nitratos	mg/L	0.07	0.05	0.08
Calcio	mg/L	189.56	176.45	182.25
Magnesio	mg/L	52.41	48.58	47.25
DQO	mg/L	185.45	176.82	192.45
DBO5	mg/L	42.00	38.00	35.00
Plomo	mg/L	0.001	0.005	0.004
Arsénico	mg/L	0.008	0.009	0.007
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

 Mgr. Ing. Milthon Quispe Huanca
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA173 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

1.1. **Solicitante:** LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL INDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual
- 2.2. **Numero de muestras** : 04
- 2.3. **Muestreado por** : Luz Marisol Suricallo Mayta
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 28/10/2024 – 08/11/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

N°	Código	Coordenadas	Fecha
1	P - 1	E: 377434.26 N: 8292890.75	01/11/2024

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)
pH	--	8.45	8.16	8.49
Conductividad	µS/cm	1423	1382	1475
Temperatura	°C	13.98	13.75	13.85
STD	g/l	0.68	0.64	0.62
Dureza total	mg/L	685.00	598.00	612.00
Alcalinidad	mg/L	210.14	224.63	213.85
Cloruros	mg/L	186.56	179.85	172.45
Sulfatos	mg/L	145.26	138.25	148.28
Nitratos	mg/L	0.07	0.05	0.08
Calcio	mg/L	178.56	172.53	169.85
Magnesio	mg/L	35.65	39.81	39.49
DQO	mg/L	135.00	146.00	182.00
DBO5	mg/L	52.00	49.00	56.00
Plomo	mg/L	0.001	0.003	0.002
Arsénico	mg/L	0.008	0.006	0.007
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA
 "NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"

Mgtr. Ing. Milibon Quispe Huanca
 CIP. 47790
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA174 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

1.1. **Solicitante:** LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL INDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO - 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual
- 2.2. **Numero de muestras** : 04
- 2.3. **Muestreado por** : Luz Marisol Suricallo Mayta
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 28/10/2024 – 08/11/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

N°	Código	Coordenadas	Fecha
1	P - 1	E: 377434.26 N: 8292890.75	02/11/2024

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	M1 (08:00 a.m.)	M2 (12:00 p.m.)	M3 (05:00 p.m.)
pH	--	7.45	7.86	7.82
Conductividad	µS/cm	1382	14012	1423
Temperatura	°C	14.23	14.12	14.05
STD	g/l	0.58	0.54	0.52
Dureza total	mg/L	672.00	682.00	673.00
Alcalinidad	mg/L	198.85	192.56	193.48
Cloruros	mg/L	210.52	220.47	218.56
Sulfatos	mg/L	142.56	149.75	147.25
Nitratos	mg/L	0.07	0.08	0.09
Calcio	mg/L	213.52	194.52	208.14
Magnesio	mg/L	39.48	50.47	50.7
DQO	mg/L	124.58	131.20	128.14
DBO5	mg/L	36.00	48.00	42.00
Plomo	mg/L	0.004	0.003	0.002
Arsénico	mg/L	0.008	0.009	0.007
Mercurio	mg/L	0.00	0.00	0.00

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

UNIVERSIDAD ANDINA
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr/Ing. Wilfrido Quispe Huancá
 CIP: 47790
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - IICP

<http://repositorio.uancv.edu.pe/>

Anexo 4.

Normativa

Estándares de Calidad Ambiental para H₂O (DS N° 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: H₂O superficiales destinadas a la producción de H₂O potable, A1 H₂O que pueden ser potabilizadas con desinfección”.

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**



Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Urano	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ - C ₂₈)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organoclorados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 17/06/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LUZ MARISOL SURICALLO MAYTA

Dirección: URB. CARLOS GARCIA RONCEROS BLOCK N DPTO.101 PISO 1

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 77035425

Teléfono: 929808001 email: lsuricallo@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO COATA EN PUNTO DE PRUEBA PUENTE MARAVILLAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, PUNO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): METALES PESADOS, FISICOQUIMICO, MICROBIOLOGICO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

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

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

17/06/2025

Fecha