

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ZAPATILLA PARA USO
DE RIEGO DE VEGETALES EN EL DISTRITO DE PILCUYO, REGIÓN PUNO –**

2021

PRESENTADO POR:

WILBER CALIZAYA JILAJA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2022



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](#)

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ZAPATILLA PARA USO
DE RIEGO DE VEGETALES EN EL DISTRITO DE PILCUYO, REGIÓN PUNO –

2021

PRESENTADO POR:

WILBER CALIZAYA JILAJA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA


PRIMER MIEMBRO

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:


M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ESTEBAN ISIDRO LEÓN APAZA

Área: Ciencias Naturales.

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos del agua.

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreo Ambientales, Ecosistemas Acuáticos.

Puno, 12 de Setiembre de 2022.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso quien es guía de mi vida por estar contigo en todo momento en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas maravillosas que han sido mi soporte incondicional.

A mis queridos padres por sus apoyos, consejos y comprensión infinita, que me han inculcado mis valores, principios, carácter, empeño y todo lo que soy como persona, para conseguir todos mis objetivos y a seguir adelante en busca de los sueños, a hacerlo realidad.

A mi querida esposa y mis dos tesoros Neymar Brayan y Cristian Alexis mi eterna motivación para el logro de nuestros objetivos de familia.

Wilber Calizaya Jilaja

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi gran guía, mi fiel compañero que me sostiene y me va preparando en cada paso que doy en mi vida, porque fue su voluntad y mi fe en él, que me ha concedido culminar con éxitos esta etapa de mi vida.

A mi esposa e hijo mi familia que me apoyaron cada día para culminar con la carrera profesional.

A la Universidad privada San Carlos S.A.C. a la escuela profesional de ingeniería ambiental, por haberme acogido en sus aulas y por darme la oportunidad de formarme como profesional.

A todos los docentes de la escuela profesional de ingeniería ambiental, por sus valiosas enseñanzas y experiencias que impartieron a lo largo de mi formación profesional.

Al Dr. Esteban Isidro León Apaza en calidad de ser mi asesor, por su colaboración y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Expresar también mis más sinceros agradecimientos a los jurados, Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez y M.Sc. Marlene Cusi Montesinos, por el valioso aporte de sus conocimientos en el presente trabajo de investigación.

A todos muchas gracias y que Dios los bendiga.

Wilber Calizaya Jilaja

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	11
ACRÓNIMOS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2. ANTECEDENTES	19
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	19
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	20
1.2.3. A NIVEL LOCAL	24
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	25
	3

1.3.1. OBJETIVO GENERAL	25
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	25

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	26
2.1.1. El Agua	26
2.1.2. Calidad de agua	27
2.1.3. Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua	27
2.1.4. Parámetros microbiológicos	32
2.1.5. Aguas superficiales	32
2.1.6. Agua para riego de vegetales	32
2.1.7. Agua para bebida de animales	33
2.1.8. Contaminación	33
2.1.9. Contaminación del agua	34
2.1.10. Marco normativo	36
2.2. MARCO CONCEPTUAL	39
2.3. HIPÓTESIS	41
2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL	41
2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	41

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	42
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	43
	4

3.2.1. Población	43
3.2.2. Muestra	43
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	45
3.3.1. Respecto al primer objetivo específico	45
3.3.2. Respecto al segundo objetivo específico	48
3.3.3 Materiales y equipos	50
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	51
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	51
3.5.1. Tipo de investigación	51
3.5.2. Diseño de la Investigación	51
3.5.3. diseño estadístico	52
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	53
4.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	73
4.3. CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA	76
4.3.1. Estándares de Calidad Ambiental – ECA	76
4.3.2. Analisis de hipotesis	77
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01: Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.	29
Tabla N° 02: Tipos de contaminantes en el agua.	34
Tabla N° 03: Puntos de muestreo.	44
Tabla N° 04: Recolección de muestras por punto.	46
Tabla N° 05: Materiales.	50
Tabla N° 06: Equipos.	50
Tabla N° 07: Indumentaria de protección.	50
Tabla N° 08: Identificación de variables.	51
Tabla N° 09: Estadístico descriptivo para la temperatura.	54
Tabla N° 10: Estadístico descriptivo para potencial de hidrógeno.	56
Tabla N° 11: Estadístico descriptivo para la conductividad.	59
Tabla N° 12: Estadístico descriptivo para el oxígeno disuelto.	61
Tabla N° 13: Estadístico descriptivo para bicarbonatos.	63
Tabla N° 14: Estadístico descriptivo para cloruros.	66
Tabla N° 15: Estadístico descriptivo para sulfatos.	68
Tabla N° 16: Estadístico descriptivo para nitratos.	71
Tabla N° 17: Estadístico descriptivo para coliformes termotolerantes.	74
Tabla N° 18: Cumplimiento de la ECA - Categoría 3 Subcategoría D1: Riego de vegetales.	76
Tabla N° 19: Prueba de nivel de significancia para la temperatura.	98
Tabla N° 20: Prueba de nivel de significancia para potencial de hidrógeno.	98
Tabla N° 21: Prueba de nivel de significancia para conductividad.	99
Tabla N° 22: Prueba de nivel de significancia para oxígeno disuelto.	100
Tabla N° 23: Prueba de nivel de significancia para bicarbonatos.	100

Tabla N° 24: Prueba de nivel de significancia para la cloruros.	101
Tabla N° 25: Prueba de nivel de significancia para sulfatos.	102
Tabla N° 26: Prueba de nivel de significancia para nitratos.	102
Tabla N° 27: Prueba de nivel de significancia para coliformes termotolerantes.	103

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01: Zona de estudio.	43
Figura N° 02: Concentración de la temperatura.	53
Figura N° 03: Concentración de Potencial de hidrógeno.	56
Figura N° 04: Concentración de conductividad.	58
Figura N° 05: Concentración de oxígeno disuelto.	60
Figura N° 06: Concentración de bicarbonatos.	63
Figura N° 07: Concentración de cloruros.	65
Figura N° 08: Concentración de sulfatos.	68
Figura N° 09: Concentración de nitratos.	70
Figura N° 10: Concentración de Coliformes termotolerantes.	73
Figura N° 11: Diferencia estadística significativa para la temperatura	78
Figura N° 12: Diferencia estadística significativa para potencial de hidrógeno.	78
Figura N° 13: Diferencia estadística significativa para la conductividad.	79
Figura N° 14: Diferencia estadística significativa para oxígeno disuelto.	80
Figura N° 15: Diferencia estadística significativa para bicarbonatos.	80
Figura N° 16: Diferencia estadística significativa para cloruros.	81
Figura N° 17: Diferencia estadística significativa para sulfatos.	82
Figura N° 18: Diferencia estadística significativa para nitratos.	82
Figura N° 19: Diferencia estadística significativa para coliformes termotolerantes.	83
Figura N° 20: El punto RZ-1: río Zapatilla a 1500 metros de la carretera Panamericana.	124
Figura N° 21: Materiales y equipos para muestreo de parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Zapatilla.	124
Figura N° 22: Georreferenciación del punto RZ-1 río Zapatilla a 1500 metros de puente.	12
	8

Figura N° 23: Recolección de muestra punto RZ-1 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.	125
Figura N° 24: El punto RZ-2: río Zapatilla a 3000 metros de la carretera Panamericana.	126
Figura N° 25: Georreferenciación del punto RZ-2 río Zapatilla a 3000 metros de carretera panamericana.	126
Figura N° 26: Recolección de la muestra punto RZ-2 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.	127
Figura N° 27: El punto RZ-3: río Zapatilla a 4500 metros de la carretera Panamericana.	127
Figura N° 28: Georreferenciación del punto RZ-3 río Zapatilla a 4500 metros de carretera panamericana.	128
Figura N° 29: Recolección de la muestra punto RZ-3 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.	128
Figura N° 30: El punto RZ-4: río Zapatilla a 6000 metros de la carretera Panamericana.	129
Figura N° 31: Georreferenciación del punto RZ-4 río Zapatilla a 6000 metros de carretera panamericana.	129
Figura N° 32: Recolección de la muestra punto RZ-4 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.	130
Figura N° 33: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-1 en el río Zapatilla a 1500 metros de la carretera Panamericana.	130
Figura N° 34: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-1 en el río Zapatilla.	131
Figura N° 35: Recolección de la muestra punto RZ-1 del río Zapatilla temporada estiaje.	131

Figura N° 36: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-2 en el río Zapatilla a 3000 metros de la carretera Panamericana.	132
Figura N° 37: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-2 en el río Zapatilla.	132
Figura N° 38: Recolección de la muestra punto RZ-2 del río Zapatilla temporada estiaje.	133
Figura N° 39: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-3 en el río Zapatilla a 4500 metros de la carretera Panamericana.	133
Figura N° 40: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-3 en el río Zapatilla.	134
Figura N° 41: Recolección de la muestra punto RZ-3 del río Zapatilla temporada estiaje.	134
Figura N° 42: Presencia de residuos sólidos en las aguas del río Zapatilla.	135
Figura N° 43: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-4 en el río Zapatilla a 6000 metros de la carretera Panamericana.	135
Figura N° 44: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-4 en el río Zapatilla.	136
Figura N° 45: Recolección de la muestra punto RZ-4 del río Zapatilla temporada estiaje.	136
Figura N° 46: Personal de apoyo para el monitoreo de las aguas del río Zapatilla.	137

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	95
Anexo N° 02: Análisis de los niveles de significancia para los variables.	98
Anexo N° 03: Fichas de identificación de los puntos de monitoreo.	104
Anexo N° 04: Registro de datos en campo e informes de resultados en los laboratorios.	108
Anexo N° 05: galería de fotografías de trabajos realizados durante la investigación.	124
Anexo N° 06: Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua Categoría 3 subcategoría D1: Riego de vegetales.	138
Anexo N° 07: Protocolo nacional de monitoreo de recursos hídricos resolución jefatural N°010-2016-ANA.	141

ACRÓNIMOS

ANA: Autoridad nacional del agua

CE: Conductividad eléctrica

°C: Grados centígrados

D.S: Decreto supremo

ECA: Estándares de calidad ambiental

GPS: Sistema de posicionamiento global

MINAM: Ministerio del ambiente

mg/l: Miligramo por litro

mg: Miligramo

msnm: Metros sobre el nivel de mar

NMP: Número más probable

OD: Oxígeno disuelto

OMS: Organización mundial de la salud

ONU: Organización de las naciones unidas

pH: Potencial de hidrógeno

PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales

RZ-1: Río Zapatilla primer punto de muestreo

RZ-2: Río Zapatilla segundo punto de muestreo

RZ-3: Río Zapatilla tercer punto de muestreo

RZ-4: Río Zapatilla cuarto punto de muestreo

T°: Temperatura

UTM: Universal Transverse Mercator

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua del río Zapatilla para uso de riego de vegetales en el distrito de Pilcuyo, región Puno – 2021” se realizó en el distrito de Pilcuyo en un tramo de 6 kilómetros aproximadamente, para la investigación se tomó la época de estiaje y avenida en los meses de abril y mayo, el río Zapatilla es una fuente de sobrevivencia y desarrollo económico en el distrito Pilcuyo el cual las aguas son aprovechadas en diferentes actividades como la agricultura y ganadería, el objetivo de la presente investigación es evaluar la calidad del agua del río Zapatilla para uso de riego de vegetales en el distrito de Pilcuyo. La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación es el análisis descriptivo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos encontrados en las muestras de las aguas del río, se establecieron cuatro puntos de muestreo, RZ-1, RZ-2, RZ-3, RZ-4. En cada punto de muestreo se realizó mediciones in situ y se tomaron muestras para el análisis en el laboratorio para su posterior comparación con los estándares de calidad ambiental para agua categoría 3 subcategoría D1: Riego de vegetales, obteniendo resultados de promedios dentro de las ECA para agua como: temperatura: 19.2 °C, 10.05 °C; pH: 7.71; conductividad: 669.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 770 $\mu\text{S}/\text{cm}$; oxígeno disuelto: 4.1 mg/l, 4.1 mg/l; bicarbonatos: 15.6 mg/l, 7.75 mg/l; cloruros: 82.2 mg/l, 213.9 mg/l; sulfatos: 86.3 mg/l, 198 mg/l; nitratos: 27.9 mg/l, 0 mg/l y coliformes termotolerantes: 185 NMP/100 ml y valores encima al ECA para agua como: pH: 8.7 y coliformes termotolerantes: 1425 NMP/100 ml, siendo no apta para el riego de vegetales en la categoría 3 subcategoría D1. Se determina que la calidad del agua del río Zapatilla en el distrito de Pilcuyo no es apta para riego de vegetales.

Palabras clave: Calidad de Agua, Río, Contaminación, Muestra, Estándares de Calidad Ambiental.

ABSTRACT

The present research work entitled "Evaluation of the water quality of the Zapatilla river for the use of irrigation of vegetables in the district of Pilcuyo, Puno region - 2021" was carried out in the district of Pilcuyo in a section of approximately 6 kilometers, for the The research took the dry season and avenue in the months of April and May, the Zapatilla river is a source of survival and economic development in the Pilcuyo district, which waters are used in different activities such as agriculture and livestock, the objective of The present investigation is to evaluate the quality of the water of the Zapatilla river for the use of irrigation of vegetables in the district of Pilcuyo. The methodology used for the development of the investigation is the descriptive analysis of the physicochemical and microbiological parameters found in the samples of the river waters, four sampling points were established, RZ-1, RZ-2, RZ-3, RZ- Four. At each sampling point, in situ measurements were made and samples were taken for laboratory analysis for later comparison with the environmental quality standards for category 3 water, subcategory D1: Irrigation of vegetables, obtaining average results within the ECAs for water as: temperature: 19.2°C, 10.05°C; pH: 7.71; conductivity: 669.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 770 $\mu\text{S}/\text{cm}$; dissolved oxygen: 4.1 mg/l, 4.1 mg/l; bicarbonates: 15.6 mg/l, 7.75 mg/l; chlorides: 82.2 mg/l, 213.9 mg/l; sulfates: 86.3 mg/l, 198 mg/l; nitrates: 27.9 mg/l, 0 mg/l and thermotolerant coliforms: 185 NMP/100 ml and values above the ECA for water such as: pH: 8.7 and thermotolerant coliforms: 1425 NMP/100 ml, being not suitable for irrigation of vegetables in the category 3 subcategory D1. It is determined that the water quality of the Zapatilla River in the district of Pilcuyo is not suitable for irrigation of vegetables.

Key words: Water Quality, River, Pollution, Sample, Environmental Quality Standards.

INTRODUCCIÓN

La calidad de agua conlleva a una evaluación de sus estados a través de los indicadores físico, químico y microbiológico del agua, obtenidos a través de mediciones y observaciones sistemáticas en las aguas de las cuencas, las mediciones se desarrollan a través de una metodología y procedimientos estandarizados que involucran la toma de muestra de aguas con criterios establecidos en el protocolo de monitoreo para agua.

La realidad de la calidad del agua del río Zapatilla es impactada por el crecimiento acelerado de la población en la ciudad de Pilcuyo, como el desarrollo de la agricultura, la ganadería etc. Las diversas sustancias, aguas residuales y residuos sólidos provocan la contaminación del agua en el río Zapatilla. periodo de muestreo en los meses de abril y mayo - 2022 para la determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Zapatilla, en el distrito de Pilcuyo. Es por ello que mediante este trabajo de investigación se buscó comparar las aguas del río Zapatilla con los estándares de calidad ambiental para riego de vegetales, utilizando procesos y protocolos de muestreo "in situ" para aguas superficiales y el análisis en el laboratorio.

El presente trabajo de investigación proporciona la información descriptiva de los parámetros físicos: temperatura (T°), conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Parámetros químicos: potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), bicarbonatos, cloruros, nitratos ($\text{NO}_3\text{--N}$) + ($\text{NO}_2\text{--N}$), sulfatos y Parámetros microbiológicos: coliformes termotolerantes en las aguas superficiales del río Zapatilla.

La distribución de los capítulos está de la siguiente manera:

En el capítulo I, contiene el planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación.

En el capítulo II, contiene el marco teórico, marco conceptual y la hipótesis de la investigación.

En el capítulo III, se detalla la metodología de la investigación, zona de estudio, tamaño de la muestra, métodos, técnicas y diseño de la investigación.

En el capítulo IV, se muestra la exposición y análisis de los resultados.

Por último, se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones, como también se mencionan las referencias bibliográficas y los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“El agua es sin duda un factor estratégico para la generación de las riquezas necesarias para el desarrollo y su importancia para la vida la convierte en factor decisivo de la calidad de vida de los pueblos” (Martínez, 2006).

Organización Mundial de la Salud (2006), indica que la escasez del recurso hídrico ocasionará un fenómeno social, que superará al consumismo de la globalización, el peligro que se producirá será una crisis del agua, generando problemas y/o discusiones sociales, sectoriales, regionales y transfronterizos.

El agua en sus diferentes formas que existen en la Tierra, se distribuye en 96,5 % en los océanos, 1,7 % en los hielos polares, 1,7 % en depósitos subterráneos y 0,1 % en los sistemas de agua superficial y en la atmósfera. Al evaporarse el agua y luego precipitarse en forma de lluvia, nieve o granizo, un 79 % cae sobre el mar u otros sectores acuosos estableciendo un ciclo sencillo y un 21 % cae sobre tierra firme (Yupanqui, 2006).

Los ríos, la calidad de sus aguas es indispensable para el desarrollo de la vida para la agricultura, ganadería y de las actividades humanas, donde el agua debe ser consumida sin restricciones y su purificación no representa riesgo para la salud humana, en las plantas es tan importante que un cuerpo vegetal está compuesto de ella en un 70 – 90 % las plantas absorben el agua que procede de la lluvia, aunque puede tener su origen en

el regadío y es imprescindible para sostener la biodiversidad, ya que su escasez es sinónimo de pérdida de especies y ecosistemas (Chullo, 2021).

Las principales vías de entrada de contaminantes en el medio ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, industriales, y las de origen agrícola o ganadero. Esas vías pueden experimentar distintos procesos de depuración o en algunos casos la atenuación natural, que en gran medida afecta a que prevalezcan en el medio ambiente (Ramírez, 2016).

En el distrito Pilcuyo el crecimiento de la población han conllevado a una creciente de la contaminación ambiental del río Zapatilla y la vida de los pobladores aledaños a la cuenca del río Zapatilla son expuestas, ya que ellos se dedican a la crianza de animales y la agricultura que es el sustento económico para sus familias y el agua es un elemento básicamente primordial para riego de vegetales, bebida de animales y diversas actividades poblacionales.

El río Zapatilla es uno de los principales ríos que desemboca a la cuenca del Titicaca, que en los últimos años presenta la problemática de la contaminación ambiental la población que alteran el recurso hídrico emitiendo residuos sólidos a las orillas del río Zapatilla, ingreso de aguas servidas, las aguas pluviales y también presenta la contaminación por el procesado de tunta. Las aguas del río son afectadas por acciones antropogénicas lo cual desencadena un desequilibrio o alteración a la flora y fauna acuática y también genera un impacto visual negativo del río Zapatilla.

Por lo tanto, surge el interés en realizar el estudio de la evaluación de la calidad de las aguas del río Zapatilla a través de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de monitoreo en el distrito Pilcuyo para la comparación con los estándares de calidad ambiental categoría 3 – riego de vegetales y bebida de animales (DS N° 004-2017-MINAM).

1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el nivel de calidad del agua del río Zapatilla para uso de riego, en el distrito Pilcuyo 2021?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿La calidad de las aguas del río Zapatilla será apta para riego de vegetales, según parámetros fisicoquímicos en el distrito Pilcuyo, 2021?

¿La calidad de las aguas del río Zapatilla será apta para riego de vegetales, según parámetros microbiológicos en el distrito Pilcuyo, 2021?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Robles et al. (2013), realizó una investigación de calidad de agua en un acuífero de Tepalcingo, México, obtuvieron valores de pH valores de entre 6.0 y 7.6, sulfatos valor mínimo de 49.8 mg/l y valor máximo de 740 mg/l, sólidos disueltos totales valor mínimo de 297 mg/l y valor máximo de 1198 mg/l, dureza total 145 mg/l valor bajo y 736 mg/l valor alto, cloruros de 3.8 mg/l como valor bajo y 30.7 mg/l como valor alto, nitratos valores de entre 0.81 mg/l y 2.20 mg/l, nitritos valores de 0.001 mg/l, coliformes totales valores de entre 0.998 UFC/100 ml y 183439 UFC/100 ml y coliformes termotolerantes valores de entre 0.51 UFC/100 ml y 60183 UFC/100 ml, siendo no adecuados como fuente de suministro de agua potable.

Ocasio (2008), realizó el trabajo de investigación en segmento del río Piedras y las posibles fuentes de contaminación, se analizó la calidad del agua en las temporadas de lluvia y seco se obtuvo valores de conductividad 396.33 uS/cm el más bajo y de 436.66 uS/cm la más alta, temperatura está en rango de 24.3 °C y 25.4 °C, pH el más alto fue 7.89 y el más bajo de 7.66, oxígeno disuelto valor mínimo 6.53 y el valor máximo 7.56 mg/l, los coliformes Termotolerantes el valor máximo fue de 5606 mg/l y el mínimo 5566 mg/l, coliformes totales valor bajo 58126 y el valor alto 63930 y el nitrato se determinó

valor bajo de 0.911mg/l y valor alto de 1.2 mg/l. Los valores de todos los parámetros presentan un aumento en la temporada de lluvias.

Martínez (2006), realizó la evaluación de los parámetros físico y químicos en las agua del Canal de Chiquimulilla en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, en épocas de lluvias y secos se obtuvo valores la conductividad de 1878 uS/cm y una mínimo de 0.5 uS/cm, para el pH con rangos de entre 5.92 y de 8.12, para la temperatura presenta valores de entre 25 °C y 34.5 °C, para el oxígeno disuelto con su máximo valor de 11.51 mg/l y una mínimo de 0.00 mg/l, demanda química de oxígeno con un valor alto de 1539 mg/l y un valor bajo de 15 mg/l, la demanda bioquímica de oxígeno un valor máximo de 37.9 mg/l y una mínimo de 1.11 mg/l, nitritos un valor máximo de 0.075 mg/l y una mínimo de 0.002 mg/l, nitratos presenta valor máximo de 3.7 mg/l y valor mínimo de 0.3 mg/l, Dureza valor alto 264.7 mg/l y valor bajo 68.4 mg/l, sulfatos presenta valor alto 49.2 mg/l y un valor bajo de 13.7 mg/l, se registró en el estudio los mayores concentración de los parámetros en época de lluvias.

Gil (2014), realizó un estudio de determinacion de parametros fisicoquimicos y microbiologicos en la cuenca del río Garagoa, durante la época de avenida y estiaje presenta los resultados la temperatura obtuvo valores de 24.3°C y de 16°C, para conductividad obtuvo valor de 0,274 ms/cm en época de sequía, el pH un rango de 9.25, y de 7,18, para los nitritos se obtuvo un valor máximo de 0,088mg/l en periodo de lluvias, DBO obtuvo valores de 4 mg/l y de 0.28 mg/l en época de lluvias, para la DQO presenta valores de 26 mg/l en época de lluvia y de 2.2 mg/l en época de sequía y los fosfatos obtuvo valor de 1.01 mg/l en época de lluvias. las aguas del río Garagoa presentan una contaminación ligera en ambas épocas de avenida y estiaje.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Chullo (2021), realizó el trabajo de investigación de los parámetros fisicoquímico, bacteriológico y metales pesados en el río cañipia para riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Espinar – Cusco, se obtuvo resultados de conductividad entre 304 y 1094.33 μ S/cm, el pH entre 7.67 y 8.1, dureza entre 231 y 404.33 mg/l, alcalinidad

entre 433.67 y 575.33 mg/l, cloruros entre 326 y 526.67 mg/l, sulfatos de 136 y 326.67 mg/l, nitratos entre 1 y 8.33 mg/l, hierro entre 0.02 y 0.15 mg/l, , plomo entre 0.009 y 0.013 mg/l, arsénico entre 0.0076 y 0.0151 mg/l, mercurio en todas las muestras 0.00041 mg/l, coliformes termotolerantes entre 3 y 9.67 NMP/100ml y para coliformes totales entre 22.33 y 467.67 NMP/100ml. El agua del río Cañipia la concentración de parámetros no cumple con las normas ECA para agua categoría 3.

Pinto (2018), en su trabajo de investigación de la calidad de agua superficial en el río Chili en los sectores de Sachaca, Jacobo Hunter, Tiabaya y Uchumayo para uso de riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Arequipa, manifiesta que se realizaron evaluaciones de los parámetros físico, químico y microbiológico en periodo de avenida y estiaje donde se obtuvo los resultados de oxígeno disuelto valor de 8.95 mg/l y 6.44 mg/l, pH entre valores de 8.30 y 6.87, temperatura obtuvo valores de 21.7 °C y 10.5 °C, conductividad entre 882 μ S/cm y 305 μ S/cm, para nitrato valores de 6.039 mg/l y 0.201 mg/l, sulfatos valores de entre 125.687 mg/l y 30.145 mg/l, DQO valores de entre 69.7 mg/l y 4.2 mg/l, para DBO presenta valores de 15 mg/l y 2 mg/l, coliformes termotolerantes obtuvo valores de 79000 NMP/100 ml y 2 NMP/100 ml y para coliformes totales valores de entre 3500000 NMP/100 ml y 7.8 NMP/100 ml. Se evidencia que sus aguas no son consideradas aceptables para el Riego de Vegetales y Bebida de Animales por la calidad de agua que presenta. Para el Punto Huayco sus aguas son consideradas con una calidad aceptable para el Riego de Vegetales y Bebida de Animales para el D. S. 004-2017, las aguas del río Chili aledañas a los sectores de Sachaca, Tiabaya, Jacobo Hunter no son aptas para el regadío de la vegetación, ni consumo de bebida para animales.

Tamani (2014), realizo el estudio de los parámetros físico y químico de la calidad de agua del río negro en la provincia de Padre Abad Aguaytía, donde se evaluaron en temporada de avenida o lluvias correspondiente a los meses de Febrero y Marzo se obtuvo resultados de la temperatura entre valores de 27.7 °C y de 22.9°C, para la conductividad obtuvo valores de 41 μ S/cm y de 10 μ S/cm, para oxígeno disuelto obtuvo valores de 6.78

mg/l y de 4.82 mg/l, pH presenta valores de 8.17 y de 5.16, sólidos disueltos totales obtuvo valores de entre 46 mg/l y 8 mg/l, para DBO valores de entre 14.27 mg/l y de 2.58 mg/l, coliformes totales presenta entre 110000 NMP/100 ml y 0 NMP/100 ml y para coliformes termotolerantes entre 2900 NMP/100 ml y 0 NMP/100 ml. Los parámetros fisicoquímicos en el río negro presenta de buena calidad, a excepción de DQO presenta concentración alta y los parámetros microbiológicos presenta de mala calidad, no cumple las categorías I, III y IV de las ECA para agua.

Rodríguez (2019), realizó su trabajo de investigación de la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha baja y Bella unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018, presenta un estudio que consideró 29 parámetros fisicoquímicos y 02 microbiológicos para evaluar la calidad de las aguas del río Mashcón en distrito de Cajamarca, Los parámetros fisicoquímicos en el RMash1 se encontraron dentro lo establecido por el ECA categoría 3 subcategoría D1. Sin embargo, para el RMash2 se encontraron concentraciones superiores a lo normado en los siguientes parámetros fisicoquímicos: Aceites y grasas (12.80 mg/L), DBO5 (153.3 mg/L), DQO (290 mgO₂/L), detergentes aniónicos (0.643 mg/L) y manganeso (0.3449 mg/L), sin embargo, se registró concentraciones inferiores de Oxígeno Disuelto (3.427 mgO₂/L); para Coliformes Termotolerantes siendo 1,313 NMP/100 mL y 7´293,333 NMP/100 mL respectivamente; en el RMash2 se encontró elevado el Escherichia coli en 6´270,000 NMP/100 mL, concluye que las aguas del río Mashcón ya se encontraban contaminadas por coliformes termotolerantes antes de entrar en contacto con los dos puntos en estudio.

Arroyo (2019), realizó su trabajo de tesis de la determinación de la calidad bacteriológica de las aguas del río Chili, durante los meses de marzo a mayo, en la ciudad de Arequipa concluye lo siguiente: En el presente trabajo se evaluó la calidad bacteriológica del Río Chili entre Marzo y Mayo del 2019, para ello se dividió el área de estudio en 4 zonas de muestreo, los cuales fueron Puente Fierro (A), Puente Tingo (B), Puente Tiabaya (C) y Punto Congata (D), Los valores del NMP para Coliformes fecales (CF) para cada una de

las zonas de muestreo (A), (B),(C) y (D) estuvieron dentro de 36.67 y 4416.67 NMP/100ml., en cuanto a E. coli se encontró variaciones entre 6.93 y 5400.17 NMP/100ml y para los parámetros fisicoquímicos como la temperatura del Río Chili fluctuó entre 9.95°C y 13.43°C y lo que respecta al pH se tuvo un valor de 6. De acuerdo a los parámetros que establece el D.S N°004-2017-MINAM, las aguas del Río Chili, se encuentran NO APTAS con un porcentaje de 54.17 % para coliformes fecales y APTAS para E. coli con un 83.33%.

Teves (2016), realizó el estudio de investigación de los parámetros físico y químico de la calidad del agua del río Caca región Lima, durante las temporadas de lluvia correspondiente a los meses de diciembre a marzo y sequía correspondiente a los meses de julio a septiembre, presenta resultados de los parámetros de pH varían entre 7,22 y 7,87, conductividad eléctrica encontrados fueron de 130 y 470 $\mu\text{S}/\text{cm}$, OD en el agua en la primera fue de 5 mg/L, en la segunda están cerca de 6 mg/l. DQO en la primera presenta valores menores a 1 mg/L y en la segunda presenta 3,62 mg/l, nitratos los cuales tienen valores de 0,929 y 0,662, respectivamente, lo cual confirma la contaminación del agua por materia orgánica, en base a los resultados obtenidos se determinó que los parámetros estudiados en el río Caca no sobrepasaron los niveles establecidos en el estándares de calidad ambiental para agua destinada al riego de vegetales y bebida de animales, el río Paluche no cumple con los valores mencionados en la ECA: fosfatos (1,052 mg/l), Fe (1,005 mg/l) y pH (6,03). Según los resultados en las aguas del río Caca es apta para uso en la ECA para agua categoría 3.

Meza (2016), realizó su trabajo de investigación de calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa en Huancayo, presenta evaluación en las temporadas de avenida correspondiente al mes enero y estiaje correspondiente al mes agosto se obtuvo resultados de los parámetros de temperatura valores de entre 11.32 °C y 6.46 °C, para pH entre de 8.4 y 6.6, oxígeno disuelto obtuvo valores de 10 mg/l y 5 mg/l, DBO vales de entre 28 mg/l y 10.87 mg/l, DQO entre 35 mg/l y 15 mg/l y para coliformes fecales presenta valores de 820 NMP/100 ml y 611 NMP/100 ml. indica que la calidad del agua

se ve afectada por la disminución de precipitación y la influencia de las actividades humanas más en épocas de estiaje con la mayor presencia de parámetros de DBO por encima de la ECA categoría 3 y los coliformes Fecales en épocas de precipitación llega a 652 NMP/1000 mL y estiaje a 750 NMP/ 100mL.

1.2.3. A NIVEL LOCAL

Inquilla (2020), realizó el estudio de los parámetros fisicoquímico y microbiológico en las aguas del río Coata región Puno, presenta evaluación en la temporada de estiaje en los meses de mayo, junio y julio, obtuvo valores de pH entre 7.30 y 7.80, para conductividad fisicoquímicos presentaron promedios: pH 7.50, 7.57 y 7.64 unidades, conductividad presenta valores de 534 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y de 1355 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos totales obtuvo de entre 267 mg/l y 675 mg/l, DBO valores de entre 3.84 mg/l y 5.70 mg/l, DQO valores de entre 9.60 mg/l y 14.25 mg/l, cloruros obtuvo entre 249.92 mg/l y 409.87 mg/l, sulfatos entre 51.10 mg/l y 99.40 mg/l, dureza entre 257.23 mg/l y 415.25 mg/l, coliformes totales obtuvo valores de entre 120 NMP/100 ml y 2400 NMP/100 ml y para coliformes fecales presenta valores de 15 NMP/100 ml y 290 NMP/100 ml. Para parámetros microbiológicos para cada punto de muestreo superan el límite máximo permisible de las ECA, para parámetros fisicoquímicos se encuentran por encima de la ECA por eso las aguas del río Coata no son recomendables.

Pari (2016), realizó el estudio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las aguas del río llave, se desarrolló la evaluación en las temporadas de estiaje y avenida los resultados obtenidos de los parámetros de la temperatura de entre 13.5 °C y 15.5 ° C, oxígeno disuelto de entre 4.2 mg/l y 5.8 mg/l, para conductividad de entre 390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 820 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para pH de entre 7.43 y 8.14, fosfato entre 0.013 mg/l y 2.1 mg/l, DBO entre 19.61 mg/l y 96 mg/l, nitrito entre 0.007 mg/l en mes enero y 0.08 mg/l en mes diciembre, para nitrato obtuvo valores de entre 0.5 mg/l y 2.8 mg/l y para coliformes fecales valores de entre 0 NMP/100 ml y 3200 NMP/100 ml. El río llave presenta niveles de contaminación por altas concentraciones de los parámetros estudiados, los resultados presentan niveles superiores de ECA categoría 3.

Mamani (2019), realizó una investigación en las fuentes de agua de la comunidad de Suches, distrito Caracoto región Puno, determinó valores de pH entre 7.47 y 8.23, dureza 178.33 mg/l valor bajo y 953.33 mg/l valor alto, conductividad presenta valores de entre 216.67 y 1284 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bicarbonatos valor bajo de 56.67 mg/l y 240.00 mg/l valor alto, cloruros valor bajo de 21.69 mg/l y valor alto de 500.71 mg/l, sulfatos valores de entre 93.00 mg/l y 305.33 mg/l, nitratos como valor mínimo de 1.53 mg/l y valor máximo de 25 mg/l, coliformes totales valor mínimo de 29 y 26.67 NMP/100 ml como valor máximo y coliformes termotolerantes presenta valores de entre 3 y 60 NMP/100 ml, presenta valores superiores a las ECA para agua y esto ocasiona daños a los consumidores.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua del río Zapatilla para uso de riego de vegetales, en el distrito de Pilcuyo.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

Analizar las aguas del río Zapatilla para riego de vegetales según parámetros fisicoquímicos en el distrito Pilcuyo.

Analizar las aguas del río Zapatilla para riego de vegetales según parámetros microbiológicos en el distrito Pilcuyo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. El Agua

El agua es una de las más extendidas y abundantes materias en nuestro planeta, la mayoría de los seres vivos como los animales y vegetales son componente de un compuesto o conformado por un átomo de oxígeno unido por otros dos átomos de Hidrógeno de enlace triangular. El ángulo de los dos enlaces (H-O-H) es de $104,5^\circ$ y la distancia de enlace O-H es de 0,96 Å (Barba, 2002).

El recurso natural del agua es una sustancia requerida para la vida en el planeta por sus diversas propiedades (físicas y químicas). Es largamente utilizada en diarias actividades ya sean como para el uso doméstico (6%), la agricultura (70% al 80%) y la industria (20%). De ahí la importancia de conservar y mantener la calidad de las fuentes naturales, de manera que se garantice su sostenibilidad y aprovechamiento para las futuras generaciones (ONU, 1992).

La calidad del agua es necesario monitorear estos tres componentes su hidrología, sus concentraciones fisicoquímicas y la parte microbiológica. Todos los elementos de agua se pueden determinar estudiando regularmente los tres componentes descritos (Sierra, 2011).

2.1.2. Calidad de agua

La calidad del agua en una cuenca hídrica es un elemento que incide de manera que las comunidades disponen el agua para actividades tales como tomar o ingerir, para agricultura y bebida para animales o fines comerciales, la calidad del agua es generalmente definida por sus concentraciones físicas, químicas, biológicas. Como también, para la evaluación de la calidad en un volumen de agua está enlazado directamente con la finalidad en el uso que se le dará, el agua elemento básico utilizable por las comunidad para el abasto de agua potable, la recreación, para abastecer al ganado y riego de cultivos y los procesos industriales (Teves, 2016).

La calidad del agua presenta una importancia como su propia escasez a futuro, sin embargo, no se toma en consideración las consecuencias. El agua es de vital atención, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, en conclusión el agua es un líquido vital para todo los seres vivos, debe poseer una calidad de las condiciones físicas, condiciones químicas y condiciones biológicas (Mejía, 2005).

2.1.3. Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua

Temperatura (T°)

La temperatura es tal vez el parámetro físico que actúa considerablemente en la calidad del agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del agua y afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas. El clima propio de una región y las estaciones del año controla la temperatura de las aguas superficiales que oscila de acuerdo a el radiaciones presentes en los cuerpos de ríos, es afectan seriamente las alteraciones en la solubilidad de sales y gases en el agua en toda sus concentraciones tanto químicas y microbiológicas (Teves, 2016).

La temperatura es el parámetro físico más importante del agua. Encima de alterar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas, estas intervienen en la mayoría de los diseños de procesos de tratamiento del agua (coagulación, sedimentación, etc.). En

nuestro entorno el agua se entrega a los consumidores con una concentración de temperatura que se encuentra adecuada en la fuente. Únicamente en algunos procesos industriales es necesario entregar el agua a una determinada temperatura (Sierra, 2011).

Conductividad

El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua normalmente contiene iones en disipación, presenta una conductividad con concentraciones superiores y proporcional a la característica y la cantidad de estos electrolitos. Por lo tanto la conductividad presenta los valores como índice aproximado de densidad de los solutos. a la conductividad le modifica la temperatura por eso las medidas se deben hacer a 20 °C y las sales disueltas son indicadores de la cantidad de salinidad en cuerpos de agua (Martínez, 2006).

Se determina la conductividad en $\mu\text{mho/cm}$ o $\mu\text{S/cm}$ esto refleja la apariencia de sales en forma ionizada, como los cloruros o iones de sodio, carbonatos, etc. Permite establecer relaciones e interpretación de resultados con los sólidos disueltos en las descargas o cuerpos de agua. Es la mejor medida indirecta de la salinidad, Mediante el establecimiento de relaciones empíricas de la conductividad en soluciones estándar, posibilita resultados más rápidos y funcionales (Sierra, 2011).

Potencial de Hidrógeno (pH)

Es uno de los parámetros que incide en la calidad del agua y el pH participa en todos los procesos ya sea químicos o como en biológicos. Es también una medición que determina de ácido a alcalino y por eso el pH es igual logaritmo negativo en base 10 de la concentración del ión H_3O^+ y con un grado de medición que se encuentra de 0 al 14, el valor 7 en la escala representa la neutralidad (Comisión Nacional del Agua, 2007).

Es la concentración relativa de los iones hidrógeno en el agua, es la que indica si ésta actuará como un ácido débil, o si se comportará como una solución alcalina. Es una medición valiosa para interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos. Esta mide la acidez o la alcalinidad del agua (Mejía, 2005).

Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos (Mejía, 2005).

El oxígeno en el agua es fundamental para la vida acuática y esto proviene sobre todo del aire o la atmósfera. La presencia de la concentración a rangos mínimas o ausencia de oxígeno en el agua; esto indica una elevada contaminación, por la presencia de la materia orgánica o por el trabajo bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación. El parámetro de oxígeno disuelto presente en el agua cruda depende de la presión, la temperatura y la mineralización del agua (Barrenechea, 2004).

Tabla N° 01: Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

(OD) mg/L	Condición	Consecuencia
0	Anoxia	Muerte abundante de individuo aeróbico acuático.
0 – 5	Hipoxia	Desvanecido de los organismos y especies perceptibles acuáticas.
5 – 8	Aceptable	(OD) idóneo para una gran mayoría de la vida de las especies de peces y otros organismos acuáticos.
8 – 12	Buena	(OD) adecuado para la gran mayoría de la vida de las especies de peces y otros organismos de vida acuática.

>12	Sobresaturada	Sistemas en una producción fotosintética.
-----	---------------	---

Según (CEPIS, 2003).

Bicarbonatos

Los bicarbonatos elevados en las muestras de agua para riego, altera la fisiología celular de los tejidos vegetales, origina la marchitez, la pérdida de sus hojas, causa toxicidad iónica con hojas color marrones (Gao & Lips, 1997).

El ion carbonato es procedente mayormente de las rocas calizas, todas estas están integradas fundamentalmente del carbonato de calcio (CaCO_3) en el agua es casi insoluble. El ion carbonato ejerce como una base, elaborando iones bicarbonatos e hidróxidos en el agua. En todas las aguas aborígenes que están comprometidas con las rocas calizas se conoce como las aguas calizas (Teves, 2016).

Cloruros

Es una concentración de ion cloruro en la calidad del agua, en toda la procedencia en las aguas se localizan bajo la forma de cloruro de sodio (NaCl), cloruro de potasio (KCl) y cloruro de calcio (CaCl_2). En las aguas superficiales la distribución de cloruro se debe a la disolución de acaparamiento de los minerales como la halita, cloruro de potasio (NaCl) y se halla característico al suelo que está en contacto con el agua. La manifestación de los cloruros en aguas superficiales donde no hay contaminación se encuentra cercano de 20 a 40 mg/l e incluso menores. La presencia de cloruros en las aguas es a veces por el riego agrícola como también puede ser por la aceleración de aguas residuales domésticas o industriales (Teves, 2016).

Los cloruros en presencia de concentraciones elevadas o fluctuantes alteran la fisiología de las plantas, puede tener un efecto adverso en las funciones fisiológicas normales de los organismos acuáticos, lo que causa disruptivas en la regulación de la presión osmótica, y eventualmente interfiere con el crecimiento y la reproducción (Nagpal et al., 2003).

La toxicidad del cloruro puede estar afectada por diferentes variables, entre ellas, la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura. El tiempo de exposición y la

presencia de otros contaminantes pueden influenciarla. Sin embargo, en la actualidad no se han encontrado referencias de estudios sistemáticos que evalúen con precisión la influencia de estas variables sobre su toxicidad (Beita & Barahona, 2010).

Nitratos

Los nitratos suelen emanar de la disipación de minerales y rocas como también de la degradación de la materia vegetal y animal. Se presenta también por la contaminación por él vertidos agrícolas y vertidos industriales. En las fuentes de aguas superficiales donde no presenta contaminación no puede ser superior a los 10 mg/l, la contaminación presente en las fuentes de aguas subterráneas tiene una concentración superior a los 50 mg/l (Marín, 2014).

La presencia de los nitritos se presenta en concentraciones bajas en los ríos, se encuentra en periodo de purificación de la materia orgánica presente en las aguas, y se pasan de nitritos a nitratos. La contaminación orgánica de los cuerpos de agua convierte el agua en sospechosa de una posible presencia de microorganismos patógenos. según la explicación que ciertos pozos, acarreo o terrenos contruidos con activo e imbuido de gases de nitratos, estos transfieren nitritos al agua (Simal, 1984).

Sulfatos

Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales, se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; las altas concentraciones se presentan en las aguas subterráneas tiene una formación al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados. El sulfato (SO_4^{2-}) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro. El sulfato es uno de los aniones menos tóxicos; sin embargo, en grandes concentraciones, se han observado catarsis, deshidratación e irritación gastrointestinal, Si el sulfato en el agua supera los 250 mg/l, tiene un sabor muy amargo puede hacer que sea desagradable al beber esa agua (DIGESA, 2010).

Los sulfatos emanan de la disipación de yeso como también por la oxidación bacteriana de sulfuros. Su densidad en los ríos presenta concentraciones de entre 20 y 50 mg/l y en los ríos mediterráneos presenta concentraciones de más de 400 mg/l (Marín, 2014).

2.1.4. Parámetros microbiológicos

Coliformes termotolerantes

La disposición de este microbiológico en el agua significa la presencia de la contaminación de origen fecal en humanos o animales de sangre caliente. Está en cabida de fermentar la lactosa, con producción de ácido y gas a $(44,0 \pm 0,2)$ °C en 24 h de incubación. Este incorpora a la Escherichia y como también a los géneros de Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter pero estos en menor grado de concentración, estas últimas tienen una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para excluir a las bacterias fecales y estos refleja la calidad del agua tratada (Pullés, 2014).

2.1.5. Aguas superficiales

Aguas superficiales son todos los cuerpos de aguas fijos o corrientes que se encuentran en la superficie del suelo. Son todas las aguas que discurren por la superficie de las tierras emergidas y también de alguna o otra manera procede de la precipitación directa de cada cuenca (Davila, 2011). Como también el agua superficial es conocido como aquellas aguas procedentes de la lluvia, asomamiento de subsuelo, deshielos que transcurren por los ríos, lagos, reservorios, charcas, manantiales, corrientes, océanos, nieve, hielo, mares, estuarios y humedales (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

2.1.6. Agua para riego de vegetales

El agua es un suministro indispensable para la agricultura, debido a que las plantas cultivadas lo necesitan para su crecimiento y desarrollo con niveles apropiados de calidad, cantidad y aplicación oportuna (FAO, 2003). La necesidad de agua de riego, está sujeta a la cantidad de agua que debe ser usada en a la unidad de riego, para que los cultivos puedan absorber adecuadamente y con facilidad, según sus requerimientos, la especie que se cultiva en un área específica debe seleccionarse con base en la

disponibilidad de agua de lluvia y riego en cada sitio y La cantidad de agua requerida por la especie cultivada varía con base en la etapa de desarrollo (Rosales & Flores, 2017).

2.1.7. Agua para bebida de animales

El agua en la producción de animales, el agua es un recurso indispensable como alimento, también es el elemento fundamental para la vida, que constituye la mayor parte del peso de los vegetales y animales, formando gran parte de sus procesos metabólicos. Su abundancia, hace que no le prestemos la atención necesaria tanto desde el punto de vista de su utilización como de su conservación. Los animales en general logran ingresar el agua a su organismo por lo menos mediante 3 vías como; la ingestión a través de los alimentos, la ingestión voluntaria y el agua metabólica, realizada a través de reacciones químicas en el organismo del animal, siendo la ingestión voluntaria la que mayor influencia tiene en cuanto a incorporación de agua y para su normal desarrollo metabólico del animal (Sager, 2001).

El ganado es capaz de adaptarse al consumo de diferentes tipos de aguas pero al Proporcionar agua insuficiente o agua de mala calidad al ganado lechero puede limitar la producción y el crecimiento de leche y puede causar problemas de salud, con las consecuentes pérdidas económicas para el productor. Un suministro adecuado de agua limpia promueve el funcionamiento normal del rumen, una alta ingesta de alimento, la digestión y la absorción de nutrientes (Grant, 1993).

2.1.8. Contaminación

En los entornos de las aguas la contaminación significa la presencia del hombre sea directa o indirectamente por sustratos o energías todo esto resulta en inconveniente como perjuicio en los organismos, efectos sobre la salud de los humanos, dificultad en las actividades acuáticas como la pesca o natación (Sierra, 2011).

Las contaminaciones se han vuelto más opresivos con pasar los años porque tanto el crecimiento demográfico como la expansión per cápita del consumo de materiales energías aumentan las cantidades de desechos que van al ambiente, causando alteraciones indeseables como daño a todo el ecosistema e incide en la salud humana,

estos compuestos como los fertilizantes que van a dar a los arroyos y los ríos (Barba, 2002).

2.1.9. Contaminación del agua

La contaminación de espacios acuáticos, tiene repercusión en cuanto a la calidad del agua, puesto que la presencia de sustancias nocivas, repercute negativamente en seres vivos, incluyendo en la salud de los seres humanos; de igual forma la contaminación hídrica conlleva al impedimento de actividades acuáticas, limitaciones en cuanto a la producción con uso de riego, entre otros (Sierra, 2011).

La presencia de contaminación trae consigo el agotamiento de oxígeno en el agua y hace que muchos seres acuáticos se estén muriendo por asfixia, las bacterias conocidas como aeróbicas presentes en el agua lo consumen en el transcurso de la biodegradación. El desarrollo humano trae consigo la contaminación, un paso de progreso hacia delante nos trae otro paso hacia atrás todo tiene consecuencia para la naturaleza. La contaminación de las aguas provoca efectos como la distorsión de los ecosistemas, las fuentes de alimento y la belleza natural (Barba, 2002).

Tabla N° 02: Tipos de contaminantes en el agua.

Tipo de contaminante	Causas	Efectos
Térmico	Vertimientos industriales	La temperatura (T°) se eleva, se reducen los niveles de oxígeno disuelto, incrementa las actividades biológicas y químicas, y pone en riesgo por el calentamiento global el agua.
	Sólidos suspendidos	Vertimientos industriales, arrastre de

			material, procesos erosivos.	
				Puede llegar a impedir el desarrollo de flora y fauna al evitar la absorción de oxígeno, así como alterar las propiedades sensitivas del agua.
	Aceites y grasas	y	Derrames y vertimientos industriales domésticos.	
	Nitratos y fosfatos	y	Detergentes, fertilizantes, y vertimientos industriales.	El sensato del proceso de eutrofización en cuerpos de agua lénticos, disminuye la concentración de oxígeno disuelto.
Químicos			Cables eléctricos, baterías, redes de tuberías,	El metal acumulable es tóxico para la salud humana y animal.
	Plomo		vertimientos industriales.	Las concentraciones extremas de acidez o alcalinidad pueden ser dañinas para la fauna y la flora.
Biológicos	Microbiológicos		Vertimientos industriales y domésticos actividades pecuarias.	Los microorganismos son infecciosos que causan enfermedades en seres vivos.

Según (Ramirez, 2015).

2.1.10. Marco normativo

Constitución Política del Perú

En el Título I, Capítulo I, artículo 2º inc. 22 dice, “que toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”. Además, en el título II y capítulo II, artículos 66º al 68º menciona “que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación, por tanto, el Estado es soberano en su aprovechamiento; así mismo el Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de recursos naturales y está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas”.

Resolución Jefatural N° 202 – 2010 – ANA

La Autoridad Nacional del Agua 2010 emite la resolución Jefatural N° 202-2010- ANA, con fecha 22 de marzo del 2010, donde aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros.

Protocolo nacional para el monitoreo para la calidad de los recursos hídricos superficiales

Este protocolo fue aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, con fecha 11 de enero del 2016, por la autoridad nacional del agua (ANA). El objetivo de esta resolución, es de estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para desarrollar el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino-costeros. En el capítulo 6 del protocolo se describe la metodología a utilizar para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales; en donde se considera la logística mínima necesaria, planificación, ejecución y aseguramiento de la calidad del muestreo.

Ley de recursos hídricos – Ley N° 29338

La presente ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, la cual se basa en los principios de valoración del agua, prioridad en el acceso del agua, participación de la población y cultura del agua, seguridad jurídica, respeto de los usos del agua por las comunidades

campesinas y nativas, descentralización, sostenibilidad, precaución, eficiencia, gestión integrada y tutela jurídica; para lo cual se ha creado el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, siendo el ANA ente rector y la máxima autoridad técnico normativa la cual está conformada por el consejo directivo, jefatura, tribunal de resolución de controversias hídricas, órganos de apoyo, órganos desconcentrados denominados Autoridades Administrativas del Agua y Administradores Locales del Agua.

Ley N° 28611 - Ley General de Ambiente

Según la Ley N° 28611, establece en sus artículos 66, 90 y 120 indica “que la prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental. Es responsabilidad del estado a través de la Autoridad de Salud y de las personas jurídicas y naturales contribuir a una gestión del ambiente. Por otra parte, en el artículo 90 el estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de gestión integrada.

Inciso N° 1 del Artículo 31, Capítulo III, Título I

El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa un riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA - Agua)

Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental del Agua a través del D.S. 004-2017-MINAM, en el cual se mencionan los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua y los lineamientos para no excedernos, con el objetivo de proteger los recursos hídricos y promover el Desarrollo Sostenible. Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental se establecen mediante categorías, siendo señaladas en 4 categorías de dicha norma.

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

En el Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Subcategoría D1: Riego de vegetales

Todas aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas; hace referencia del agua para riego no restringido y agua para riego restringido.

Agua para riego no restringido: Son aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

Agua para riego restringido: Son aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y

quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

Subcategoría D2: Bebida de animales

Todas aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Agua: Es un compuesto químico formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O), o un ión de hidrógeno y otro de oxidrilo (OH). su fórmula es H₂O. El agua es un elemento fundamental para el desarrollo de la vida. (Davila, 2011).

Aguas residuales: Son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo. Las aguas de composición variada proveniente de las descargas de usos poblacionales, industriales, agrícolas, pecuarias y general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. (Autoridad Nacional del Agua, 2010).

Aguas para bebedero de animales: Son aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido, y para animales menores, como ganado caprino, cuyes, aves y conejos (Ministerio del Ambiente, 2017).

Aguas para riego: Son aquellas aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallos bajos), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares) y de plantas de porte arbustivo o arbóreo (tallos altos), tales como árboles forestales, frutales, entre otros (Ministerio del Ambiente, 2017).

Aguas superficiales: Aguas superficiales continentales son todas las aguas quietas o corrientes en la superficie del suelo. Se trata de aguas que discurren por la superficie de

las tierras emergidas (plataforma continental) y que, de forma general, proceden de las precipitaciones de cada cuenca (Davila, 2011).

Autoridad nacional del agua (ANA): La Autoridad Nacional es el ente rector y máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de lo estipulado en la ley (Congreso de la República, 2005).

Calidad del agua: Son las características químicas, físicas, biológicas del agua y es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. (Ministerio del Ambiente, 2017).

Contaminación: Adición de sustancias extrañas (dañinas) en el medio ambiente o en tratamiento metalúrgico o en muestreo, por causas naturales o por acción del hombre. (Davila, 2011).

Contaminación del agua: Es la alteración de sus características naturales principalmente producida por la actividad humana que la hace total o parcialmente inadecuada para el consumo humano o como soporte vital de plantas y animales. Como resultado de la contaminación, el agua ha sufrido cambios en su color y composición. (Peñaloza, 2012).

Cuenca hidrográfica: Es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica está delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. (Davila, 2011).

Estándar de Calidad Ambiental (ECA). Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. (Congreso de la República, 2005).

Parámetro: Es un elemento descriptivo de una variable o una característica numérica de la misma (media, mediana, varianza, rango, etc.).(Real Academia Española, 2001).

Riberas: Las riberas son las áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos, lagunas, comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el que este alcance en sus mayores avenidas o crecientes ordinarias. (Autoridad Nacional del Agua, 2010).

Río: Concentración de las aguas de escorrentía en un cauce definido y sobre el cual discurren. Todo río tiene tres secciones: Curso superior, Curso medio y Curso inferior. Las características de las geoformas son descritas en el proceso geológico fluvial. (Davila, 2011).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Zapatilla, no son aptas para riego de vegetales en el distrito Pilcuyo - 2021.

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La calidad de las aguas del río Zapatilla no es apta para riego de vegetales, según parámetros fisicoquímicos en el distrito Pilcuyo, 2021.

La calidad de las aguas del río Zapatilla no es apta para riego de vegetales, según parámetros microbiológicos en el distrito Pilcuyo, 2021.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La cuenca hidrográfica del río Zapatilla es una de las cuencas aportantes al lago Titicaca la parte más elevada está en la cota 4500 msnm se ubica en la parte alta del distrito llave y su parte más baja desemboca al lago Titicaca en el distrito Pilcuyo, con una altitud aproximada de 3,800 msnm, presenta una dirección oeste - este.

La zona de estudio es el río Zapatilla se localiza en el Distrito de Pilcuyo se encuentra ubicado a 3860 m.s.n.m. a las riberas del lago Titicaca a 65 kilómetros al sur de la ciudad de Puno y 10 kilómetros de la capital de la Provincia de El Collao.

Límites de la cuenca del río Zapatilla

Al Norte – con la cuenca del río llave

Al Este – con el lago Titicaca

Al Sur – con la cuenca del río Callacame

Al Oeste – con la cuenca del río llave



Figura N° 01: Zona de estudio.

Fuente: Google Earth

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Para el presente estudio la población son las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, provincia de El Collao.

3.2.2. Muestra

La muestra está representada por los puntos de muestreo identificados por GPS que consta de 4 puntos georreferenciados.

El punto N° 1: Río Zapatilla a 1500 metros de la carretera Panamericana.

El punto N° 2: Río Zapatilla a 3000 metros de la carretera Panamericana.

El punto N° 3: Río Zapatilla a 4500 metros de la carretera Panamericana.

El punto N° 4: Río Zapatilla a 6000 metros de la carretera Panamericana.

Se realizará el cálculo del tamaño de la muestra mediante la fórmula estadística:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 PQN}{Z_{\alpha/2}^2 PQ + (N-1)\epsilon^2}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra 4.
- Z = Nivel de confianza 95% = 1.69.
- P = Probabilidad de que ocurra un evento estudiado, Variabilidad positiva 50% = 0.5.
- Q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado, Variabilidad negativa 50% = 0.5.
- N = Tamaño de la población 6.
- ϵ = Error de la estimación máxima aceptada 0.05.

Tabla N° 03: Puntos de muestreo.

Puntos de muestreo	Lugar de muestreo	Hora de muestreos	UTM		
			Latitud	Longitud	Altitud
RZ-1	Rio Zapatilla a 1500 metros de la carretera panamericana	7:00 am/ 7:30 am	16°08*00"	069°34*10"	3836
	Rio Zapatilla a 3000 metros de la carretera panamericana	8:00 am/ 8:30 am	16°07*32"	069°34*00"	3832
RZ-2	Rio Zapatilla a 4500 metros de la carretera panamericana	9:00 am/ 9:30 am	16°07*20"	069°33*32"	3830
	Rio Zapatilla a 6000 metros de la carretera panamericana	10:00 am/ 10:30 am	16°07*12"	069°33*06"	3828
RZ-3					
RZ-4					

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para la recolección de los datos se utilizó las siguientes metodos y técnicas:

Se realizó la evaluación en el campo y análisis en el laboratorio para poder identificar, explorar, describir y comprender el contexto del estudio de la investigación, en cuatro etapas para el cumplimiento de los objetivos planteados en la presente investigación.

Instrumentos: Utilizados en la presente trabajo de investigación son los siguientes:

“Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales”, aprobado mediante resolución Jefatural N° 010-2016-ANA (anexo N° 07).

“Estándares de calidad ambiental para agua” aprobado por el D.S. N° 004- 2017- MINAM, Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales - Subcategoría D1: Riego de vegetales (anexo N° 06).

3.3.1. Respecto al primer objetivo específico:

Etapa 1: Gabinete inicial

La búsqueda de la información bibliográfica confiable se realizó a partir de libros, artículos, tesis, enciclopedias, repositorios y entre otros.

Selección y sistematización de la información recopilada, para el uso en la etapa de gabinete final.

Coordinación e identificación para el acceso a los puntos de monitoreo se coordinó previamente con el personal encargado de monitoreo con las autoridades comunales, para definir el cronograma de los trabajos en campo.

Coordinación para la adquisición de materiales y equipos para el muestreo, se coordinó con los laboratorios: LABSAF estación experimental agraria Illapa - Puno, laboratorio B&c S.A.C. y laboratorio LAFYM-SUR, en estas instituciones se adquirieron los materiales y equipos.

Redacción del perfil de proyecto siguiendo la estructura autorizada en base al estilo American Psychological Association – APA.

Elaboración de los mapas de identificación de los puntos de monitoreo y sus rutas de accesibilidad a zonas de monitoreo del agua (anexo N° 03).

Elaboración de formatos de campo según modelo establecido por el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales.

Etapa 2: Campo

En esta etapa se realizó una visita previa a la zona en estudio, se realizó un recorrido a lo largo del río Zapatilla en el distrito de Pilcuyo.

Para ubicar los puntos de monitoreo se tomó el criterio establecido en el “protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” R.J. N° 010-2016 – ANA.

Se consideraron cuatro (04) puntos de monitoreo (aguas abajo a la carretera panamericana, sector comunidad Marcuyo y comunidad Chojñachojñani distrito Pilcuyo), la ubicación de los puntos de monitoreo pre establecidos fueron identificados y validados haciendo uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Tabla N° 04: Recolección de muestras por punto.

N°	Puntos de muestreo	Lugar de muestreo	Hora de muestreos	Coordenadas	
				Latitud	Longitud
1	RZ-1	Río Zapatilla a 1500 metros de la carretera panamericana	7:30 am	16°08*00”	069°34*10”
2	RZ-2	Río Zapatilla a 3000 metros de la carretera panamericana	8:30 am	16°07*32”	069°34*00”
3	RZ-3	Río Zapatilla a 4500 metros de la carretera panamericana	9:00 am	16°07*20”	069°33*32”
4	RZ-4	Río Zapatilla a 6000 metros de la carretera panamericana	10:00 am	16°07*12”	069°33*06”

Teniendo en cuenta las recomendaciones del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, el monitoreo se realizó con dos repeticiones, en las temporadas de avenida (abril) y estiaje (mayo).

Se analizaron las aguas del río Zapatilla para riego de vegetales según parámetros fisicoquímicos en el distrito Pilcuyo, se tomó una (01) muestra durante los meses de abril y mayo en cuatro (04) puntos de muestreo siguiendo la metodología establecida en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

La recolección de datos para los parámetros fisicoquímicos: temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad la medición fue in situ, el método aplicado es el método electrométrico utilizando el equipo: Multiparámetro marca Milwaukee, modelo MW 801 y medidor de oxígeno disuelto modelo MW 600 - Milwaukee, y como también se recolectó las muestras en recipientes de 500 ml para su posterior análisis en el laboratorio. Las mediciones se realizaron directamente en el cuerpo de agua (anexo N° 04).

Registro de la cadena de custodia se consideraron los datos, nombre de la persona responsable de la toma de muestra, códigos de los puntos, fecha, hora de muestreo, lista de parámetros a analizar y firma de la persona responsable del muestreo (anexo N° 04).

Transporte de las muestras en una cadena de frío (cooler) para su conservación, se transporta en forma vertical para que no ocurra derrame, se acondiciona con refrigerantes (ice-pack) y evitando en todo momento la exposición a la luz del sol.

Etapas 3: Laboratorio

El análisis en el laboratorio para los parámetros: bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos se procedió con la metodología utilizada en los laboratorios: LABSAF estación experimental agraria Illlapa - Puno y LAFYM-SUR, se determinaron mediante los siguientes métodos:

- Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpresión, octubre 1988. 195p. Método del hidrómetro.

- Standard methods for the examination of water and wastewater 22ND EDITION. Part. 4500 pág. de 2 al 190.

Una vez culminado el análisis de cada muestra, el laboratorio remitió los resultados y estos a fin para ser procesadas en la etapa final (anexo N° 04).

Etapa 4: Gabinete final

Procesamiento de datos: A partir de los datos obtenidos se realizó la interpretación de los resultados de los parámetros fisicoquímicos y estos son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, subcategoría D1: Riego de vegetales establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

3.3.2. Respecto al segundo objetivo específico:

Etapa 1: Gabinete inicial

Coordinación e identificación para el acceso a los puntos de monitoreo se coordinó previamente con el personal encargado de monitoreo con las autoridades comunales, para definir el cronograma de los trabajos en campo.

Coordinación para la adquisición de materiales y equipos para el muestreo, se coordinó con los laboratorios B&c S.A.C. y laboratorios LAFYM-SUR, en estas instituciones se adquirieron los materiales y equipos.

Elaboración de los mapas de identificación de los puntos de monitoreo y sus rutas de accesibilidad a zonas de monitoreo del agua (anexo N° 03).

Elaboración de formatos de campo según modelo establecido por el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales.

Etapa 2: Campo

En esta etapa se realizó una visita previa a la zona en estudio se realizó un recorrido a lo largo del río Zapatilla en el distrito de Pilcuyo.

Para ubicar los puntos de monitoreo se tomó el criterio establecido en el “protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” R.J. N° 010-2016 – ANA.

Se analizaron las aguas del río Zapatilla para riego de vegetales según parámetros microbiológicos en el distrito Pilcuyo, se tomó una (01) muestra durante los meses de abril y mayo en cuatro (04) puntos de muestreo siguiendo la metodología establecida en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, en muestreo in situ se recolectó las muestras en recipientes de 250 ml para su posterior análisis en el laboratorio. Las mediciones se realizaron directamente en el cuerpo de agua (anexo N° 04).

Registro de la cadena de custodia se consideraron los datos, nombre de la persona responsable de la toma de muestra, códigos de los puntos, fecha, hora de muestreo, lista de parámetros a analizar y firma de la persona responsable del muestreo (anexo N° 04).

Transporte de las muestras en una cadena de frío (cooler) para su conservación, se transporta en forma vertical para que no ocurra derrame, se acondiciona con refrigerantes (ice-pack) y evitando en todo momento la exposición a la luz del sol.

Etapa 3: Laboratorio

El análisis en el laboratorio para los parámetros microbiológicos: coliformes termotolerantes se procedió con la metodología utilizada por los laboratorios: B & c S.A.C. y LAFYM-SUR, se determinaron mediante los siguientes métodos:

- Coliformes fecales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B 22nd Ed. (2012).
- Método de fermentación de tubos múltiples. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA. AWW. WEF. Part. 9221 E. 21 ed. 2005.

Una vez culminado el análisis de cada muestra, el laboratorio remitió los resultados y estos a fin para ser procesadas en la etapa final (anexo N° 04).

Etapa 4: Gabinete final

Procesamiento de datos: A partir de los datos obtenidos se realizó la interpretación de los resultados de los parámetros microbiológicos y estos son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, subcategoría D1: Riego de vegetales establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

3.3.3 Materiales y equipos

Tabla N° 05: Materiales.

N°	MATERIALES	CANTIDAD
01	Recipiente de vidrio de 250 ml y 500 ml	08
02	Ficha de registro de datos de campo	02
03	Etiquetas	08
04	Cinta adhesiva	01
05	Marcadores indelebles	01
06	Lapiceros y plumones	01

Tabla N° 06: Equipos.

N°	EQUIPOS	CANTIDAD
01	Multiparámetro Milwaukee MW 801	01
02	Medidor de oxígeno disuelto Milwaukee MW 600	01
03	GPS Garmin	01
04	Cámara fotográfica	01
05	Computadora Core i3	01

Tabla N° 07: Indumentaria de protección.

N°	INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN	CANTIDAD
01	Guantes estériles descartables	02
02	Mascarillas descartables	03
03	Botas de jebe	01
04	Zapatos de seguridad	01

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 08: Identificación de variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Fisicoquímicos	Temperatura
		Conductividad
		pH
		Oxígeno disuelto
		Bicarbonatos
Variable dependiente Calidad de agua	Microbiológicos	Cloruros
		Nitratos
		Sulfatos
Variable dependiente Calidad de agua	Agua del río Zapatilla	Coliformes termotolerantes
		Escala:
		Apta No apta

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

3.5.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es descriptivo y analítico porque se pretende describir las variables y toda información correspondiente a las etapas y también se interpretaron cada uno de los resultados con la normativa (D.S. N° 004-2017-MINAM) ECA para agua categoría 3 - Subcategoría D1.

3.5.2. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es el descriptivo y no experimental porque se pretende describir los parámetros físicos, químicos y microbiológicos encontrados en las muestras

de las aguas a recolectadas en un periodo y espacio, estos se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga, sin alterar en lo más mínimo ni el entorno ni el fenómeno estudiado. El estudio comprendió en la toma de una muestra directamente del agua del río Zapatilla.

En el siguiente esquema se puede apreciar el diagrama del diseño de investigación asumido:

M → O

dónde:

M = Muestra de estudio

O = Observación

3.5.3. Diseño estadístico

Método estadístico descriptivo, es necesario establecer todas las diferencias que pudieran presentarse entre los puntos que están en estudio, el diseño de bloque completamente al azar, considerando los puntos de muestreo y los meses de muestreo como variables independientes, modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la Variable de medición

μ : Es la media poblacional

α_i : Es el efecto de i-esimo punto de muestreo (RZ-1,RZ-2, RZ-3, RZ-4)

β_j : Es el efecto de bloque por mes de muestreo (Abril, Mayo)

e_{ij} : Es el error experimental

Se trabajaron para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los datos obtenidos de la media poblacional de cada parámetro, se obtuvieron la diferencia utilizando el programa de Microsoft Excel y SPSS statistics 25 y se calculó la desviación Estándar (S_2) y coeficiente de variación (CV) de cada parámetro en estudio.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El presente capítulo está estructurado básicamente en tres partes, de acuerdo al cumplimiento de cada objetivo planteado; se realizó la evaluación y análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos en los 4 puntos de muestreo en el río Zapatilla distrito de Pilcuyo, se muestran en gráficos y tablas para cada parámetro analizado:

a. Temperatura

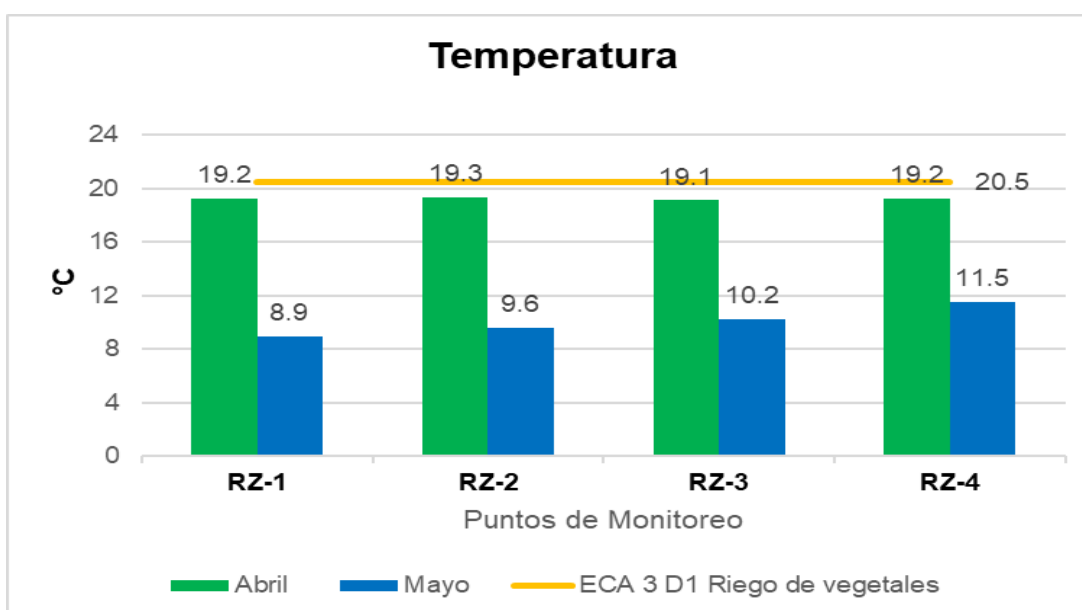


Figura N° 02: Concentración de la temperatura.

En la figura N° 02, se muestra los valores obtenidos para la temperatura en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, en donde se registró en los cuatro puntos de monitoreo: RZ-1= 19.2 °C, RZ-2= 19.3 °C, RZ-3= 19.1 °C y RZ-4= 19.2 °C en el mes abril, RZ-1= 8.9 °C, RZ-2= 9.6 °C, RZ-3= 10.2 °C y RZ-4= 11.5 °C en el mes mayo, el valor más alto en mes de abril 19.3 °C y 8.9 °C en el mes de mayo como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en las dos temporadas se encuentra en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (Δ 3) (anexo N° 06).

Tabla N° 09: Estadístico descriptivo para la temperatura.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficient e de variación
Abril	4	19.1	19.3	19.2	0.081	0.0043
Mayo	4	8.9	11.5	10.05	1.10	0.110

En la tabla N° 09, se presenta el cuadro estadístico descriptivo para la temperatura en las temporadas de avenida y estiaje en los 4 puntos de muestreo el promedio para cada temporada de monitoreo, para la avenida (abril) fue de 19.2 °C con una desviación estándar de + 0.081 y un coeficiente de variación de 0.0043, el promedio para el estiaje (mayo) fue de 10.05 °C con una desviación estándar + 1.10 y con un coeficiente de variación de 0.110. La desviación estándar para el mes de abril presenta una menor dispersión y para mes de mayo presenta una mayor dispersión entre los puntos de muestreo. Las variaciones de la temperatura en el mes de abril son a las condiciones de las precipitaciones que se produjeron y un incremento de la temperatura, para el mes de mayo se muestreo temperatura baja esto por la presencia de las heladas en la región Puno.

Según Pari (2016), el cambio de la época de la precipitación a época de helada incita a una disminución en la temperatura en el río llave, como también por factores como los

vertidos de la laguna de estabilización, esto provoca un incremento en la temperatura y como el arrastre de sustancias por escorrentía superficial esto incorpora materia en suspensión al río. Es importante considerar que también la temperatura en un cuerpo de agua es variable en contacto con la irradiación recibida y esto se refleja en la coincidencia de los valores obtenidos en temporadas en la cual se efectuó la medición (Martínez, 2006).

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación para la temperatura, fueron similares a los obtenidos por Teves (2016), obtuvo de valores de temperatura del río Cakra que alcanzó valor de 19.9 °C el más alto y un valor bajo de 7.2 °C en el mes de mayo, señala que la temperatura aumenta en su trayecto; asimismo, a los reportados por Pari (2016), obtuvo en los puntos de muestreo los valores fueron 15.5 °C como el valor más alto y el valor bajo fue de 13.5 °C, además señala durante las mediciones de temperatura en los muestreos realizados no hubo una variación notable, considerando que las condiciones en que se realizaron las mediciones influyeron debido a que los cuerpos de agua influyen en su temperatura; a los registrados por Meza (2016), encontró valores de temperatura un mínimo de 7.9 °C y un valor máximo de 12.3 °C, además menciona que no presenta diferencia en las épocas de precipitación a estiaje y a los valores registrados por Arroyo (2019), obtuvo la temperatura en los puntos de muestreo un valor alto de 13.43 °C y un valor bajo de 9.95 °C, además menciona la temperatura es el más importante de los factores ambientales y esto permite el crecimiento óptimo de microorganismos en el agua y asimismo, fueron inferiores a los registrados por Rodríguez (2019), encontró valores de temperatura en el río Mashcon que alcanzó un máximo que fue de 20.31 °C y un valor mínimo de 14.41 °C, además señala que en temporada de lluvia la temperatura va en aumento.

b. Potencial de Hidrógeno

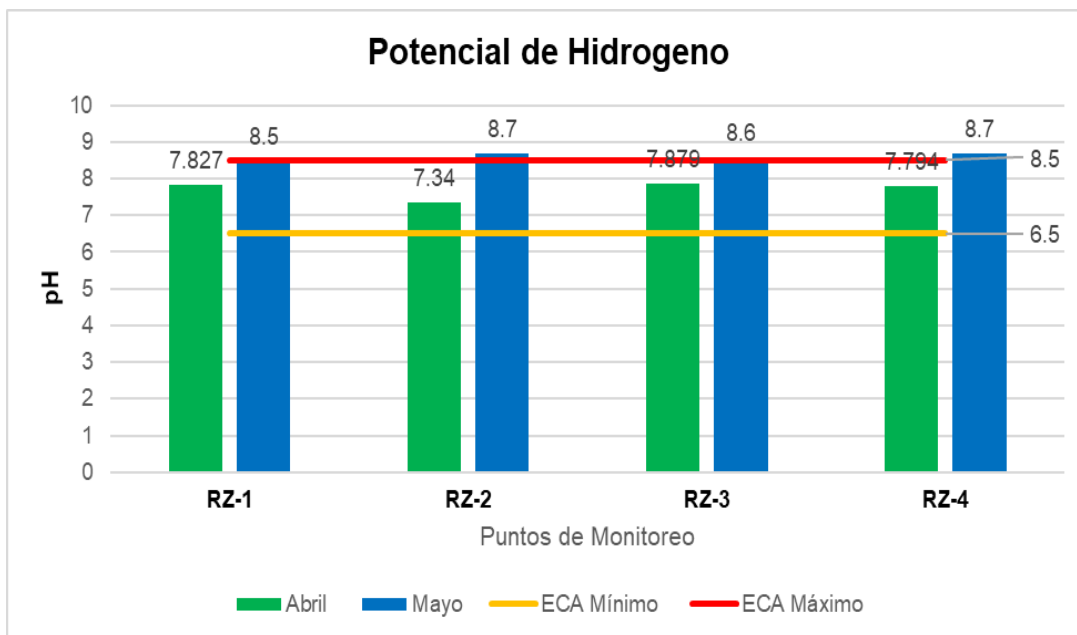


Figura N° 03: Concentración de Potencial de hidrógeno.

En la figura N° 03, se muestra los valores obtenidos para el potencial de hidrógeno (pH) en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, donde se registró valores en los cuatro puntos de monitoreo: RZ-1= 7.827, RZ-2= 7.34, RZ-3= 7.879 y RZ-4= 7.794 en el mes abril, RZ-1= 8.5, RZ-2= 8.7, RZ-3= 8.6 y RZ-4= 8.7 en el mes mayo, el valor más alto en mes de mayo 8.7 y 7.34 en el mes de abril como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en el mes de abril está en lo establecido en la normativa y en el mes de mayo en los puntos RZ-2, RZ-3 y RZ-4 se encuentra por encima en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (6,5 – 8,5) (anexo N° 06).

Tabla N° 10: Estadístico descriptivo para potencial de hidrógeno.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficient e de variación
Abril	4	7.34	7.879	7.7	0.24	0.032
Mayo	4	8.5	8.7	8.7	0.095	0.011

En la tabla N° 10 presenta el cuadro estadístico descriptivo para el potencial de hidrógeno (pH) en las dos temporadas de avenida y estiaje en los 4 puntos de muestreo el promedio para cada temporada de monitoreo, para la temporada de avenida (abril) fue de 7.7 con una desviación estándar de + 0.24 y un coeficiente de variación de 0.032, el promedio para la temporada de estiaje (mayo) fue de 8.7 con una desviación estándar + 0.095 y con un coeficiente de variación de 0.011. La desviación estándar en los cuatro puntos de muestreo en los dos meses, presenta valores de menor dispersión en los puntos.

Con relación al pH valor máximo obtenido se dio por la temperatura, la temperatura influye en el pH por lo tanto estos parámetros son inversamente proporcionales se podría afirmar que las aguas del río Zapatilla en la segunda temporada mes mayo en las zonas RZ-2, RZ-3 y RZ-4 tiene tendencia hacia un pH neutro a alcalino esto se debe principalmente a la presencia de CO₂, a la descomposición de la materia orgánica y las misma que libera sustancias alcalinas. Una variación en el pH es directamente afectada por la fotosíntesis en la zona trofogénica que provoca la disminución de CO₂, el aumento de pH se debe al movimiento de sus aguas, la presencia de olas y la presencia de organismos fotosintéticos (Paredes, 2013). En la primera temporada mes de abril en puntos de muestreo RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4 y segunda temporada mes mayo en el punto de muestreo RZ-1, fueron los puntos de muestreo presentaron bajos valores de pH, el bajo valor se debe a la mucha vegetación, la disposición de estiércol de vacunos y a los ácidos orgánicos débiles producto de la descomposición de materia orgánica en las aguas del río (Nieves et al., 2011).

Los resultados obtenidos para el potencial de hidrógeno, fueron similares a los reportados por Inquilla (2020), obtuvo valores de pH en el río Coata un valor máximo de 7.80 y un valor mínimo de 7.30, señala que el pH en el río Coata se encuentra en el rango de la normativa y el pH del río son alcalinos; asimismo, a los reportado por Martínez (2006), obtuvo valores de pH en las aguas del canal Chiquimulilla un máximo de 7.99 y el mínimo de 5.92, además señala que esta tendencia a una disminución de pH se debe a la precipitación característica de la temporada de lluvias y como a la cantidad de materia

orgánica disuelta en el río y a la actividad de los microorganismos acuáticos; a los registrados por Ocasio (2008), registró valores de pH del río Piedras con un valor más alto fue de 7.89 y un valor más bajo de 7.66 en tiempo de lluvia y seco, señala que esto es saludable para la vida del organismo y para consumo humano y no demuestra contaminación y a los de Rodríguez (2019), quien en el río Mashcon registró valores de pH con un valor mínimo de 7.14 y un valor máximo de 8.03, menciona que los cambios de pH se deben a las sustancias orgánicas; asimismo, fueron inferiores a los registrados por Chullo (2021), obtuvo valores de pH en el río Cañipia alcanzó un valor más alto de 9 y un valor más bajo de 6.6, señala que el pH tiene valores bajos se debe a la presencia de mucha vegetación y presencia de materia orgánica.

c. Conductividad

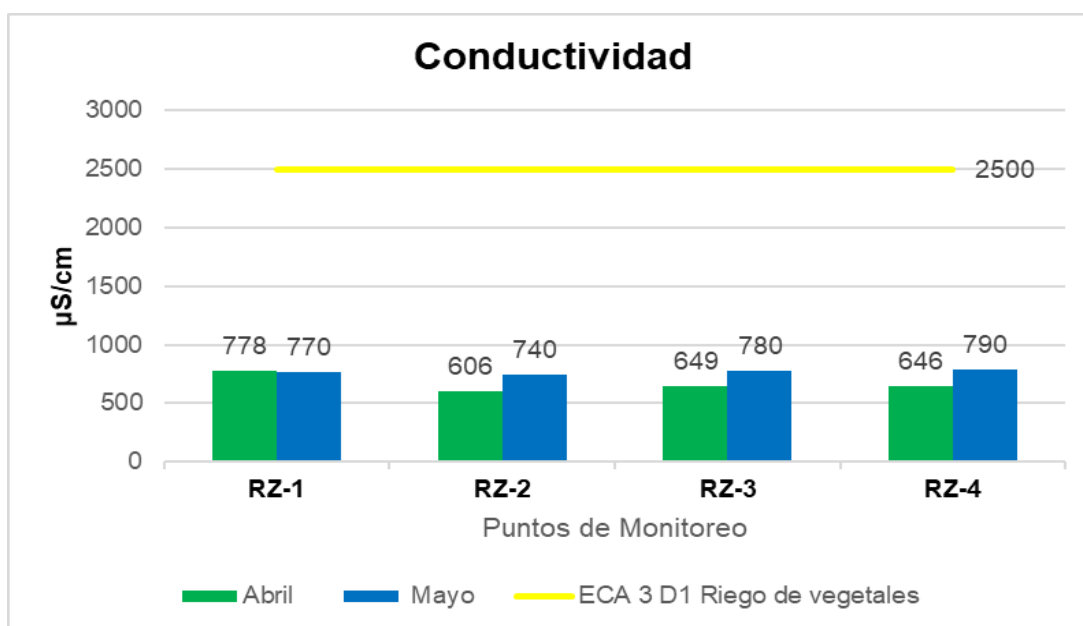


Figura N° 04: Concentración de conductividad.

En la figura N° 04, se muestra los valores obtenidos de la conductividad en el río Zapatilla en distrito Pilcuyo, donde se registró valores en los cuatro puntos de monitoreo: RZ-1= 778 µS/cm, RZ-2= 606 µS/cm, RZ-3= 649 µS/cm y RZ-4= 646 µS/cm en el mes abril, RZ-1= 770 µS/cm, RZ-2= 740 µS/cm, RZ-3= 780 µS/cm y RZ-4= 790 µS/cm en el mes de mayo, el valor más alto en mes de mayo es 790 y 606 en el mes de abril como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en las dos meses

se encuentra en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (anexo N° 06).

Tabla N° 11: Estadístico descriptivo para la conductividad.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficiente de variación
Abril	4	606	778	669.8	74.781	0.112
Mayo	4	740	790	770	21.6	0.028

En la tabla N° 11, se presenta el cuadro estadístico descriptivo para la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en las dos temporadas de avenida y estiaje, el promedio para la temporada de avenida (abril) fue de 669.8 con una desviación estándar de + 74.781 y un coeficiente de variación de 0.112, el promedio para el mes de (mayo) fue de 770 con una desviación estándar + 21.6 y con un coeficiente de variación de 0.028, la desviación estándar para mes abril tiene una mayor dispersión que en mes de mayo entre los puntos de muestreo.

La conductividad en las aguas del río Zapatilla en la primera temporada mes de abril en puntos de muestreo RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4 y en la segunda temporada mes mayo en las zonas RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4 todos se encuentran por debajo de la normativa, eso significa que las aguas del río Zapatilla cuenta con una cantidad de iones de carga positiva y carga negativa para la conducción del agua con una corriente eléctrica normalmente. La conductividad es directa relacionable a la cantidad de iones disueltos, a esto se aumentan las concentraciones de ambas y se incrementa la presión osmótica del agua y del suelo, en las plantas próximas impide la absorción por las raíces en el borde del río, por la cual esto origina un desbalance nutricional, toxicidad y deficiencias (Mau & Porporato, 2015). Por lo tanto, según el parámetro conductividad las aguas del río Zapatilla se encuentran en óptimas condiciones.

Los resultados obtenidos para la conductividad, fueron similares a los reportados por Ocasio (2008), registró valores de conductividad en el río Piedras con un valor máximo

436.66 uS/cm y un valor mínimo de 396.33 uS/cm, además señala que obtuvo valores altos de conductividad en tiempo de lluvia y en los ríos como en los arroyos es afectada sobre todo por la geología del área en la cual fluye el agua; asimismo, fueron superiores a los registrados por Gil (2014), registró valores de conductividad en el río Garagoa alcanzó un valor más alto de 274 uS/cm, señala que se debe a las descargas de aguas residuales que tienen un alto impacto en la agricultura; asimismo, fueron inferiores a los reportados por Inquilla (2020), obtuvo valores de conductividad en el río Coata alcanzó un valor máximo de 1355 uS/cm y un valor mínimo de 534 uS/cm, señala que la conductividad es dependiente de la temperatura, a más alta temperatura es a más alta la conductividad; a los de Pinto (2018), obtuvo valores en el río Chili alcanzó un valor alto de 876 uS/cm y un valor bajo de 305 uS/cm, señala que cumple la normativa y a los de Pari (2016), determinó los valores en los puntos de muestreo para la conductividad fueron 820 uS/cm el valor más alto y el valor más bajo 390 uS/cm, señala que los valores tienen relación con las precipitaciones registradas en dicho mes favoreciendo la disolución de los aniones y siendo depurados por el aumento del caudal.

d. Oxígeno Disuelto

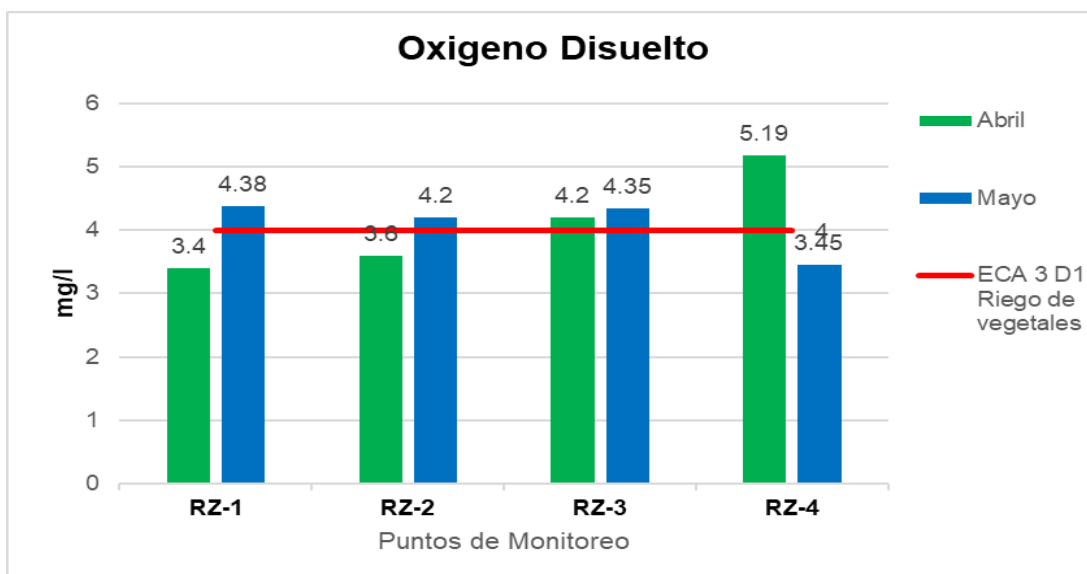


Figura N° 05: Concentración de oxígeno disuelto.

En la figura N° 05, se muestran las concentraciones obtenidas para el oxígeno disuelto en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, correspondiente a la época de avenida y

estiaje. Los valores obtenidos de oxígeno disuelto en los cuatro puntos de muestreo: RZ-1= 3.4 mg/l, RZ-2= 3.6 mg/l, RZ-3= 4.2 mg/l y RZ-4= 5.19 mg/l en el mes de abril, RZ-1= 4.38 mg/l, RZ-2= 4.2 mg/l, RZ-3= 4.35 mg/l y RZ-4= 3.45 mg/l en el mes de mayo, el valor más alto en mes de abril 5.19 mg/l y 3.4 mg/l en el mes de abril como el valor bajo (anexo N° 04), donde la temporada de avenida mes abril en las zonas RZ-3 y RZ-4 y en la temporada estiaje mes mayo en las zonas de monitoreo RZ-1, RZ-2 y RZ-3 se encuentra en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental que es de (≥ 4 mg/L), no cumple la normativa en la temporada avenida mes abril las zonas RZ-1, RZ-2 y en la temporada de estiaje mes mayo en la zona RZ-4.

Tabla N° 12: Estadístico descriptivo para el oxígeno disuelto.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficiente de variación
Abril	4	3.4	5.19	4.1	0.80	0.196
Mayo	4	3.45	4.38	4.1	0.43	0.107

En la tabla N° 12, presenta el cuadro estadístico descriptivo para el oxígeno disuelto (mg/l), en las dos temporadas de avenida y estiaje, el promedio para la temporada de avenida (abril) fue de 4.1 con una desviación estándar de + 0.80 y un coeficiente de variación de 0.196, el promedio para la temporada de estiaje (mayo) fue de 4.1 con una desviación estándar + 0.43 y con un coeficiente de variación de 0.107, la desviación estándar en los meses abril y mayo presenta mayor dispersión entre los puntos.

Respecto a la concentración de oxígeno disuelto, el valor mínimo obtenido en la temporada avenida mes abril las zonas RZ-1, RZ-2 y en la temporada de estiaje mes mayo la zona RZ-4, en las aguas del río Zapatilla se presenta factores a considerar en la temporada de lluvias presencia de las escorrentías de los cultivos que contiene materia orgánica, los pozos sépticos en las riberas del río, los residuos sólidos existentes en el río

Zapatilla. El oxígeno disuelto es un indicador del estado del agua y si las concentraciones de oxígeno disuelto se presentan por muy debajo se refleja en un ecosistema desbalanceado, mortandad de peces, olores y otras molestias estéticas. El problema se debe a la liberación de residuos orgánicos e inorgánicos en un cuerpo de agua esto provoca concentraciones disminuidas de oxígeno disuelto y interfiere con el uso de los cuerpos de agua (Sierra, 2011). Con respecto a la temporada de avenida mes abril en las zonas RZ-3 y RZ-4 y temporada estiaje mes mayo en las zonas RZ-1, RZ-2 y RZ-3 cuenta con una concentración de oxígeno disuelto adecuada para la fauna y flora acuática en el río Zapatilla.

Los valores obtenidos para oxígeno disuelto, fueron inferiores a los reportados por Pari (2016), obtuvo valores de oxígeno disuelto en el río llave que fueron de 5.8 mg/L como valor más alto y el valor más bajo fue de 4.2 mg/L, además señala que el aumento del caudal influyó de manera significativa diluyendo el material orgánico y la concentración baja de OD es a factores del vertimiento de las aguas residuales domésticas clandestinas y las escorrentías de los cultivos con presencia de fertilizantes ricos en materia orgánica; asimismo, a los de Rodríguez, (2019), obtuvo valores de oxígeno disuelto en el río Mashcón presenta un valor alto de 7.42 mg/l y un valor bajo de 2.43 mg/l en mes mayo, señala que el oxígeno disuelto es liberado por las plantas acuáticas por procesos de fotosíntesis; a los de Ocasio (2008), quien evaluó el agua del río Piedras registró valores de oxígeno disuelto que alcanzó un valor bajo de 6.53 mg/l y un valor alto de 7.56 mg/l en periodo de seco y lluvioso, señala que OD es resultado de las algas fotosintéticas que oxigenan el agua y el valor más bajo se presentó en el vertimiento de desagüe temporal, así mismo el agua discurre lentamente por lo cual oxígeno disuelto disminuye; a los de Meza (2016), obtuvo valores de oxígeno disuelto en el río Lampa (Huancayo) presenta un valor máximo de 10 mg/l y un valor mínimo de 5 mg/l en agua superficial, señala que el OD se registran altas en épocas de precipitación y se ve afectada por la concentración de materia orgánica.

e. Bicarbonatos

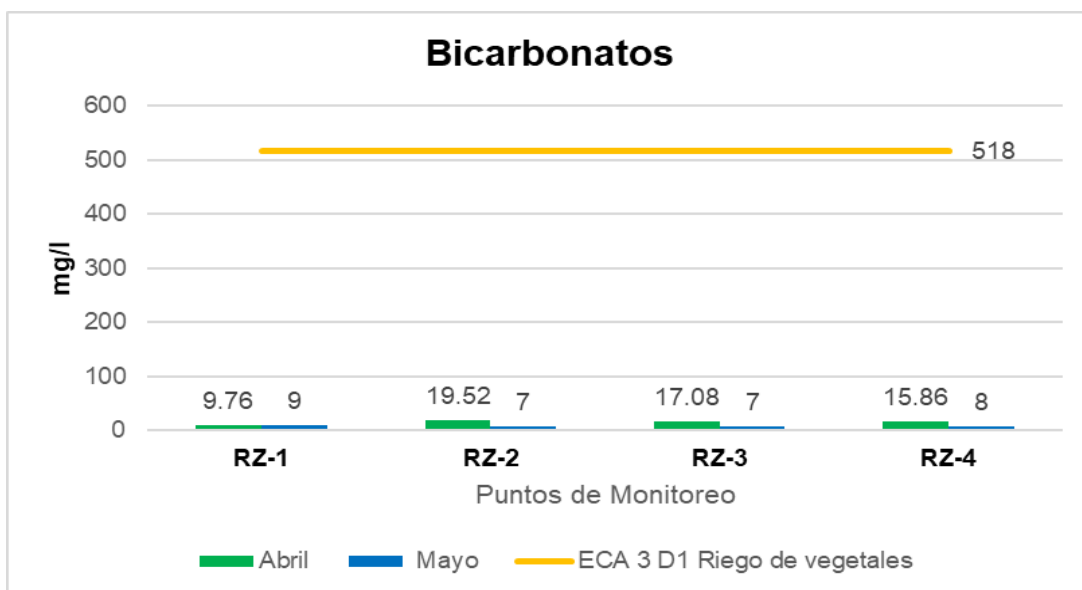


Figura N° 06: Concentración de bicarbonatos.

En la figura N° 06, se muestran las concentraciones obtenidas para el bicarbonatos en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, correspondiente a la época de avenida y estiaje. Los valores obtenidos de bicarbonatos en los cuatro puntos de muestreo: RZ-1= 9.76 mg/l, RZ-2= 19.52 mg/l, RZ-3= 17.08 mg/l y RZ-4= 15.86 mg/l en el mes de abril, RZ1= 9 mg/l, RZ-2= 7 mg/l, RZ-3= 7 mg/l y RZ-4= 8 mg/l en el mes de mayo, el valor más alto en mes de abril 19.52 mg/l y 7 mg/l en el mes de mayo como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en las dos temporadas se encuentra en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S N° 004-2017 – MINAM que tiene de valor de 518 mg/l (anexo N° 06).

Tabla N° 13: Estadístico descriptivo para bicarbonatos.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficient e de variación
Abril	4	9.76	19.52	15.6	4.152	0.267
Mayo	4	7	9	7.8	0.957	0.124

En la tabla N° 13, se presenta el cuadro estadístico descriptivo para bicarbonatos (mg/l) en las dos temporadas de avenida y estiaje y en los 4 puntos de muestreo el promedio para la temporada de avenida (abril) fue de 15.6 con una desviación estándar de + 4.152 y un coeficiente de variación de 0.267, el promedio para la temporada de estiaje (mayo) fue de 7.8 con una desviación estándar + 0.957 y con un coeficiente de variación de 0.124, la desviación estándar en el mes de abril presenta un mayor variabilidad y en mes de mayo una menor variabilidad entre los puntos de muestreo.

Respecto a las concentraciones de bicarbonatos obtenidos en las dos temporadas de avenida y estiaje meses abril y mayo en las zonas de muestreo RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4, en las aguas del río Zapatilla cumplen con la normativa ECA de agua. En la ECA recomienda no superar los 518 mg/l de bicarbonato para riego de vegetales. La concentración de bicarbonato en el río Zapatilla se presenta por factores a considerar los residuos sólidos que contienen compuestos carbonados, fertilizantes en uso para los cultivos en las riberas del río Zapatilla, la concentración en mínima no llegaría a producir alteraciones en la fisiología de las plantas en los campos de cultivos (papa, ocas, habas, trigo, lechugas, cebollas, etc.). Por otro lado, si a largo plazo las concentraciones de bicarbonato aumentaran en las aguas del río Zapatilla, podría producir variaciones en las fisiologías del tejido vegetal y por lo cual habría una menor cantidad de asimilación del agua y en las plantas disminuiría el crecimiento de los tallos y hojas, como también provocaría disminución en las concentraciones de calcio en las hojas y en los tallos las concentraciones de nitrógeno y fósforo (Parra et al., 2012).

Los resultados obtenidos para bicarbonatos, fueron inferiores a los reportados por Rodríguez (2019), determinó los valores de bicarbonato en el río Mashcon que alcanzó un valor máximo de 360.4 mg/l y un valor mínimo de 19.5 mg/l, señala que el valor alto es en temporada de lluvias; asimismo, a los registrados por Teves (2016), registró valores de bicarbonatos en el río Cacara un valor alto de 93.70 mg/l y un valor bajo de 35.13 mg/l, señala que el bicarbonato depende del equilibrio de dióxido de carbono y la disolución de rocas carbonatadas presentes en el río; a los de Chullo (2021), quien evaluó las aguas

del río Cañipia y registró los valores de bicarbonato de 643 mg/l como valor máximo y un valor mínimo de 415 mg/l, además señala el bicarbonato es tener en cuenta el control de alcalinidad recomendado para el regadío de los campos de cultivo, mas no para consumo humano ni animal y a los registrados por Mamani (2019), registró valores de bicarbonatos en el río Coata como valor máximo de 150 mg/l y 56.67 mg/l como valor mínimo, señala que los valores superiores de bicarbonato en las aguas puede afecta en el crecimiento y quemaduras en las hojas, origina perjuicio sobre la producción.

f. Cloruros

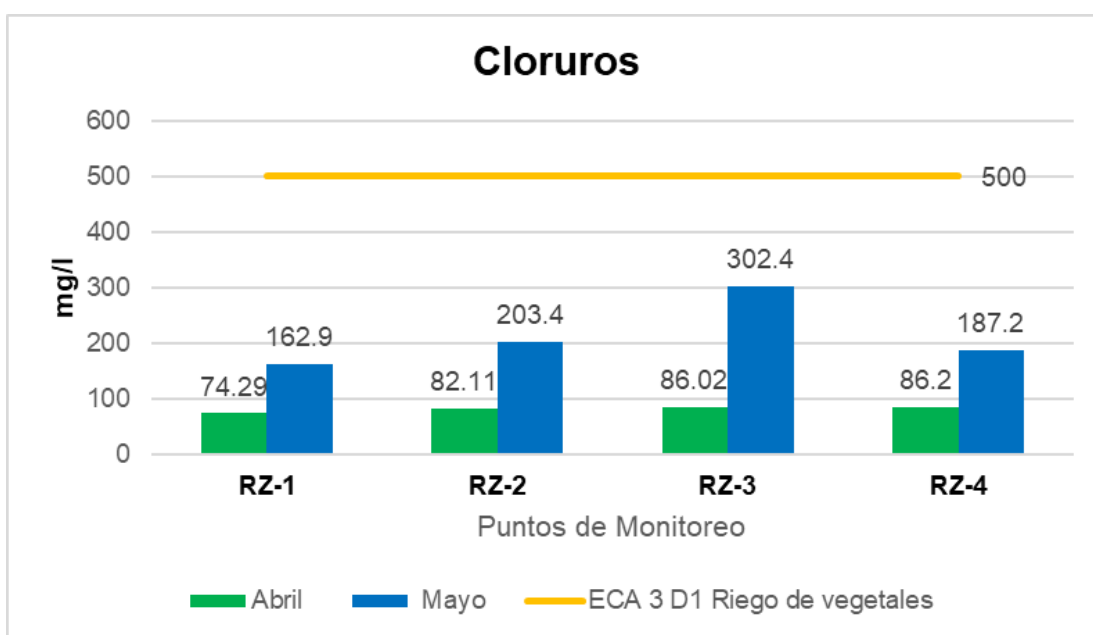


Figura N° 07: Concentración de cloruros.

En la figura N° 07, se muestran los resultados obtenidos para cloruros en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, correspondiente a la época de avenida y estiaje. Los valores obtenidos de cloruros en los cuatro puntos de muestreo: RZ-1= 74.29 mg/l, RZ-2= 82.11 mg/l, RZ-3= 86.02 mg/l y RZ-4= 86.2 mg/l en el mes de abril, RZ-1= 162.9 mg/l, RZ-2= 203.4 mg/l, RZ-3= 302.4 mg/l y RZ-4= 187.2 mg/l en el mes de mayo, el valor más alto en mes de mayo 302.4 mg/l y 74.29 mg/l en el mes de abril como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en las dos temporadas se encuentra en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en

los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S N° 004-2017 – MINAM que tiene de valor de 500 mg/l (anexo N° 06).

Tabla N° 14: Estadístico descriptivo para cloruros.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficiente de variación
Abril	4	74.29	86.2	82.2	5.57	0.068
Mayo	4	162.9	302.4	214	61.25	0.286

En la tabla N° 14, se presenta el cuadro estadístico descriptivo para cloruros (mg/l) en las dos temporadas de avenida y estiaje en los 4 puntos de muestreo el promedio para cada temporada de monitoreo, para la temporada de avenida (abril) fue de 82.2 con una desviación estándar de + 5.57 y un coeficiente de variación de 0.068, el promedio para la temporada de estiaje (mayo) fue de 214 con una desviación estándar + 61.25 y con un coeficiente de variación de 0.286. La desviación estándar para el mes de abril presenta menor dispersión entre los puntos de muestreo y para el mes de mayo presenta una mayor dispersión entre los puntos de muestreo.

Los valores de cloruros obtenidos en las dos temporadas de avenida y estiaje meses abril y mayo en las zonas de muestreo RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4, en las aguas del río Zapatilla cumplen con la normativa ECA de agua. En la ECA se recomienda no superar los 500 mg/l de cloruros para riego de vegetales. En las aguas del río Zapatilla, presenta factores a considerar en la temporada de lluvias presencia de las escorrentías de los cultivos que contienen materia orgánica, los pozos sépticos en las riberas del río, los residuos sólidos existentes en el río Zapatilla. Los valores de cloruros presente en el río Zapatilla en mínima concentración de salinidad que no llegaría a producir alteraciones en las plantas en los campos de cultivo (papa, ocas, habas, trigo, lechugas, cebollas, etc.). El cloruro no se puede oxidar, como también no disminuye en las aguas naturales las concentraciones más de 300 mg/l ocasiona un sabor salado, esto no sería dañino hasta unos miles de

mg/l en el agua (Custodio, 2000). Por otro lado, un contenido en altas concentraciones de cloruros puede dañar y perjudicar el crecimiento vegetal, es tóxico en concentraciones elevadas para los cultivos ya que contribuye a la salinidad total y hace daño en la salud humana y animales en porcentajes altos (Inquilla, 2020).

Los resultados obtenidos para cloruros, fueron superiores a los reportados por Teves (2016), quien evaluó las aguas del río Caca y registró los valores de cloruros el valor alto de 70.14 mg/l y un valor bajo de 7.04 mg/l, señala que el cloruro presente se debe a la influencia de vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos en las riberas del río es mínima debido a la baja cantidad de la población; a los registrados por Robles et al., (2013), quien obtuvo valores de cloruros en las aguas del Acuífero Tepalcingo-Axochiapan, como valor máximo de 30.7 mg/l y 3.8 mg/l, señala que el incremento se debe por la disolución de los minerales en el suelo de la parte alta hacia las parte baja; asimismo, fueron inferiores a los reportados por Chullo (2021), determinó los valores de cloruros en el río Cañipia el valor máximo de 546 mg/l y un valor mínimo de 310 mg/l, además señala que los valores elevadas de cloruros en el río estos al usarlos en campos de cultivos alteraría la fisiología de las plantas; a los registrados por Inquilla (2020), obtuvo valores de cloruros en las aguas del río Coata el máximo valor de 409.87 mg/l y un valor mínimo de 239.93 mg/l, señala que las aguas del río Coata elevado concentración de cloruros dañar y perjudicar el crecimiento vegetal es tóxico para muchos cultivos esto contribuye salinidad y es importante realizar prácticas apropiadas de riego y a los registrados por Mamani (2019), obtuvo valores de cloruros en el río Coata, el valor alto de 500.71 mg/l y valor bajo de 21.69 mg/l, además señala que los valores altos en contenidos de cloruros en las muestras de agua, es a la presencia de industrias y aguas residuales y como también uno de los indicadores para el riego de los cultivos.

g. Sulfatos

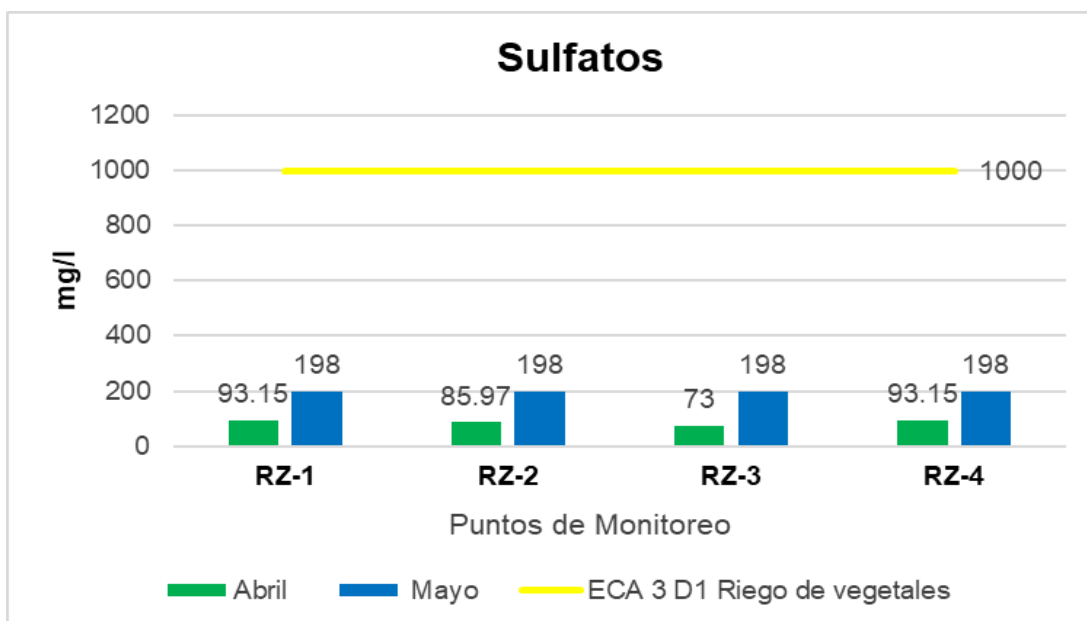


Figura N° 08: Concentración de sulfatos.

En la figura N° 08, se muestran las concentraciones para sulfatos en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, correspondiente a los meses de abril y mayo. Los valores obtenidos en los cuatro puntos de muestreo: RZ-1= 93.15 mg/l, RZ-2= 85.97 mg/l, RZ-3= 73 mg/l y RZ-4= 93.15 mg/l en el mes de abril, RZ-1= 198 mg/l, RZ-2= 198 mg/l, RZ-3= 198 mg/l y RZ-4= 198 mg/l en el mes de mayo, el valor más alto en mes de mayo 198 mg/l y 73 mg/l en el mes de abril como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en las dos temporadas avenida y estiaje se encuentra en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S N° 004-2017 – MINAM que tiene de valor (1000 mg/l) (anexo N° 06).

Tabla N° 15: Estadístico descriptivo para sulfatos.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficient e de variación
Abril	4	73	93.15	86.3	9.502	0.110
Mayo	4	198	198	198	0	0

En la tabla N° 15, se presenta el cuadro estadístico descriptivo para sulfatos (mg/l) en las dos temporadas de avenida y estiaje en los 4 puntos de muestreo el promedio para cada temporada de monitoreo, para la temporada de avenida (abril) fue de 86.3 con una desviación estándar de + 9.502 y un coeficiente de variación de 0.110, el promedio para la temporada de estiaje (mayo) fue de 198 con una desviación estándar + 0 y con un coeficiente de variación de 0. La desviación estándar para el mes de abril presenta una dispersión mayor y para el mes de mayo no presenta dispersión entre los puntos de muestreo.

Los valores de sulfatos obtenidos en las dos temporadas de avenida y estiaje meses abril y mayo en las zonas de muestreo RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4, en las aguas del río Zapatilla cumplen con la normativa ECA de agua. En la ECA se recomienda no superar los 1000 mg/l de sulfatos para riego de vegetales. En las riberas de las aguas del río Zapatilla presenta fuentes de contaminación como los pozos sépticos en las riberas del río, los residuos sólidos existentes en el río Zapatilla y el pastoreo intenso de la ganadería en las riberas del río. En las aguas del río Zapatilla tiene una concentración en mínima cantidad de sulfatos no puede dañar y perjudicar el crecimiento de las plantas de la zona y puede ser utilizada para el riego de vegetales debido a que cumple la normativa vigente (ECA, categoría 3 – subcategoría D1). La procedencia de sulfatos en las aguas se debe al contacto con terrenos ricos en yesos o aguas residuales, las concentraciones superiores a los 300 mg/l puede ocasionar trastornos gastrointestinales en los seres vivos (Wilson et al., 2007). Por otro lado, los sulfatos se muestran por la infiltración de la caída del agua hacia el suelo, la lixiviación, erosión y meteorización de las rocas adyacentes y también por la acción antropogénica por esparcir las aguas residuales domésticas a los ríos, esto presenta contaminación fecal en las aguas (Fernández & Fernández, 2007).

Los resultados obtenidos para sulfatos, fueron similares a los reportados por Inquilla (2020), obtuvo valores de sulfatos en las aguas del río Coata el máximo valor de 99.40 mg/l y un valor mínimo de 51.10 mg/l, señala que las aguas del río Coata en grandes concentraciones de sulfato puede provocar deshidratación e irritación gastrointestinal y

también presenta efectos en la flora y fauna; asimismo, fueron superiores a los reportados por Teves (2016), quien evaluó las aguas del río Cacara y registró los valores de sulfatos el valor máximo de 46.79 mg/l y un valor mínimo de 14.67 mg/l, además señala que el valor alto se debe a la influencia de vertimientos de aguas residuales, actividades agrícolas y los residuos sólidos en las riberas del río; a los registrados por Martínez (2006), determinó valores de sulfato en las aguas del canal Chiquimulilla un máximo de 49.2 mg/l y un valor mínimo de 13.7 mg/l, señala que el sulfato tiene concentración en la disolución de minerales que son arrastrados por escorrentías y descomposición de materia orgánica. Por otro lado, fueron inferiores a los registrados por Chullo (2021), obtuvo un valor alto de 380 mg/l y un valor bajo de 133 mg/l en el río de Cañipia, señala que las aguas del río no presentan alteraciones para el riego y a los registrados por Rodríguez (2019), registró los valores de sulfatos en el río Mashcon alcanzó un valor máximo de 323.6 mg/l y un valor mínimo de 123.2 mg/l, señala que se encuentra en fuentes de aguas naturales y en tipo de suelo, tipo de efluentes.

h. Nitratos

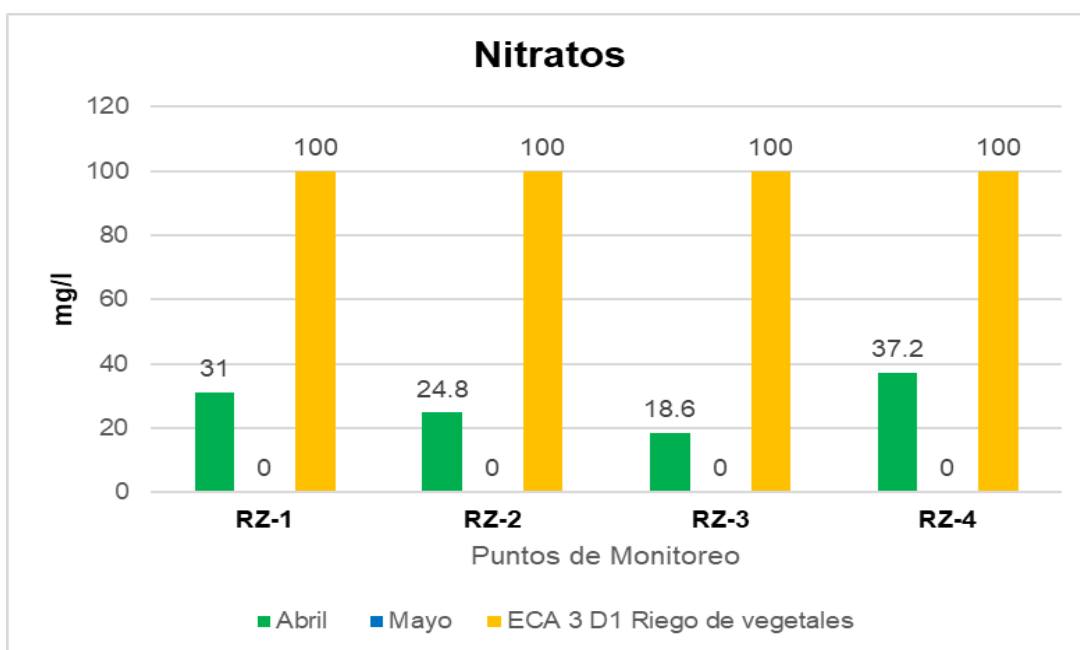


Figura N° 09: Concentración de nitratos.

En la figura N° 09, se muestran las concentraciones obtenidas para nitratos en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, correspondiente a la época de avenida y estiaje. Los valores obtenidos en los cuatro puntos de muestreo: RZ-1= 31 mg/l, RZ-2= 24.8 mg/l, RZ-3= 18.6 mg/l y RZ-4= 37.2 mg/l en el mes de abril, RZ-1= 0 mg/l, RZ-2= 0 mg/l, RZ-3= 0 mg/l y RZ-4= 0 mg/l en el mes de mayo, el valor más alto en mes de abril 37.2 mg/l y 0 mg/l en el mes de mayo como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en las dos temporadas se encuentra en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S N° 004-2017 – MINAM que tiene de valor (100 mg/l) (anexo N° 06).

Tabla N° 16: Estadístico descriptivo para nitratos.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficiente de variación
Abril	4	18.60	37.2	27.9	8.0042	0.287
Mayo	4	0	0	0	0	0

En la tabla N° 16, se presenta el cuadro estadístico descriptivo para los nitratos (mg/l) en los 4 puntos de muestreo el promedio para cada temporada de monitoreo, para la temporada de avenida (abril) fue de 27.9 con una desviación estándar de + 8.0042 y un coeficiente de variación de 0.287, el promedio para la temporada de estiaje (mayo) fue de 0 con una desviación estándar + 0 y con un coeficiente de variación de 0. En la desviación estándar para el mes de abril presenta mayor dispersión y para el mes de mayo no presenta un dispersión entre los puntos de muestreo.

Respecto a los valores obtenidos de nitratos en los dos temporadas de avenida y estiaje meses abril y mayo en las zonas de muestreo RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4, en las aguas del río Zapatilla cumplen con la normativa ECA de agua. En la ECA se recomienda no superar los 100 mg/l de nitratos. La presencia de los nitratos en la temporada de avenida

mes abril en las aguas del río Zapatilla se presenta por el aumento de nivel de agua y las fuentes de contaminación como los pozos sépticos en las riberas del río, los residuos sólidos y el uso de fertilizantes en los campos de cultivo que por la escorrentía llega al río Zapatilla. Por otro lado, para el mes de mayo la concentración se debe a la temporada de estiaje en donde se encuentra en una etapa de disminución de nivel agua y caudal, como también disminuye los contaminantes como el uso de fertilizantes en los campos de cultivos en las riberas del río, esto por la no temporada de siembras de cultivos. Los nitratos provienen de la disolución de rocas y minerales, lixiviado de tierras de cultivo en los cuales se utilizan abonos que los contienen y también por la descomposición de materia vegetal esas son fuentes importantes de nitratos en los ríos (Martínez, 2006). Por otra parte, la aparición de nitratos en una muestra de agua en los río se debe a la fertilización excedente en las áreas de cultivo, como también por la inapropiado disposición de aguas residuales domésticas, industriales y ganaderas, los nitratos si se consume el agua con altos concentraciones esto ocasiona efectos en la salud de los residentes a corto, mediano y largo periodo (Larios, 2009).

Los resultados obtenidos para nitratos, fueron similares a los reportados por Chullo (2021), registro los valores de nitrato en el río Cañipia el valor máximo de 10 mg/l y un valor mínimo de 1 mg/l, señala que la presencia de nitrato es por la fertilización excesiva; a los reportados por Ocasio (2008), quien evaluó las aguas del río Piedras y registro el valor máximo de 1.2 mg/l y un valor mínimo de 0 mg/l, señala que las aguas son influenciadas por los pozos sépticos como mayor fuente de contaminante a lo largo de la cuenca; a los de Teves (2016), obtuvo concentraciones de nitrato en el río Cakra que alcanzó el valor máximo de 2.2 mg/l y un valor mínimo de 1.3 mg/l, además señala presencia de residuos sólidos y materia orgánica proveniente de las aguas residuales domésticas tiene alto compuesto nitrogenados y una fuente posible de nitratos es la escorrentía de aguas de riego que arrastrar compuestos nitrogenados presentes en los abonos; a los de Martínez (2006), registró los valores de nitrato en las aguas de canal de Chiquimulilla con valor máximo fue de 3.7 mg/l y un valor mínimo de 0.3 mg/l, además

señala que las aguas de escorrentía es una fuente de nitratos que provienen de la disolución de rocas y minerales, como también provienen de los lixiviados de las tierras de cultivos que utilizan abonos que contienen nitratos y la descomposición de material vegetal y a los reportados por Gil (2014), obtuvo los valores de nitrato en el río Garagoa alcanzó el valor alto de 5.2 mg/N03 y un valor bajo de 0.5 mg/N03, señala que en temporadas de lluvias presenta valores altos esto influenciada por los cultivos agrícolas y ganadería intensiva en las riberas del río, en épocas de lluvias genera mayor arrastre de materia orgánica.

4.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

a. Coliformes Termotolerantes

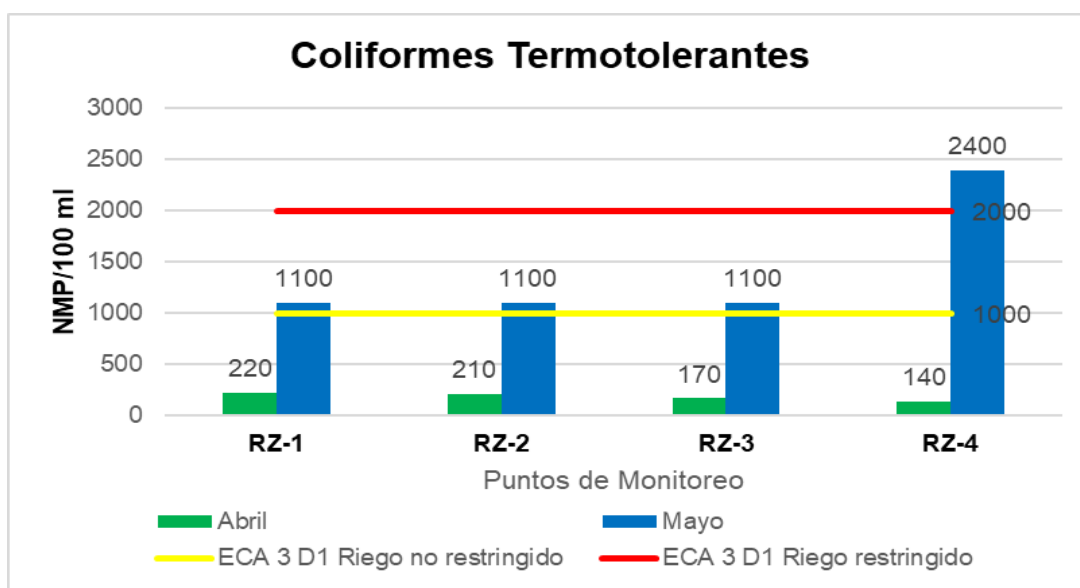


Figura N° 10: Concentración de Coliformes termotolerantes.

En la figura N° 10, se muestran los resultados obtenidos para coliformes termotolerantes en las aguas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo, correspondiente a la época de avenida y estiaje. Los valores obtenidos en los cuatro puntos de muestreo: RZ-1= 2.2×10^2 , RZ-2= 2.1×10^2 , RZ-3= 1.7×10^2 y RZ-4= 1.4×10^2 , realizando la operación de notación exponencial como resultado: RZ-1= 220 NMP/100 ml, RZ-2= 210 NMP/100 ml, RZ-3= 170 NMP/100 ml y RZ-4= 140 NMP/100 ml en el mes de abril, RZ-1= 1.1×10^3 , RZ-2= $1.1 \times$

10³, RZ-3= 1.1 x 10³ y RZ-4= 2.4 x 10³, realizando la operación de notación exponencial como resultado: RZ-1= 1100 NMP/100 ml, RZ-2= 1100 NMP/100 ml, RZ-3= 1100 NMP/100 ml 13.15 y RZ-4= 2400 NMP/100 ml en el mes de mayo, el valor más alto en mes de mayo 2400 NMP/100 ml y 140 NMP/100 ml en el mes de abril como el valor bajo (anexo N° 04), donde el valor de los cuatro puntos de monitoreo en el mes de abril se encuentra dentro de la normativa, y en el mes de mayo sobrepasa en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S N° 004-2017 – MINAM que tiene de valor de 1000 NMP/100 ml en riego no restringido y 2000 NMP/100 ml en riego restringido (anexo N° 06).

Tabla N° 17: Estadístico descriptivo para coliformes termotolerantes.

Meses en muestreo	N° de muestras	Valor mínimo	Valor máximo	Media (X)	Desviación estándar (S)	Coefficiente de variación
Abril	4	140	220	185	36.968	0.199
Mayo	4	1100	2400	1425	650	0.47

En la tabla N° 17, se presenta el cuadro estadístico descriptivo para coliformes termotolerantes (NMP/ 100 ml) en las dos temporadas de avenida y estiaje en los 4 puntos de muestreo el promedio para cada temporada de monitoreo, para la temporada de avenida (abril) fue de 185 con una desviación estándar de + 36.968 y un coeficiente de variación de 0.199, el promedio para la temporada de estiaje (mayo) fue de 1425 con una desviación estándar + 650 y con un coeficiente de variación de 0.47. La desviación estándar para el mes de abril presenta una dispersión menor y para el mes de mayo presenta una dispersión muy elevada entre los puntos de muestreo.

Respecto a los valores de coliformes termotolerantes obtenidos en la temporada de avenida mes abril en las zonas de muestreo RZ-1, RZ-2, RZ-3 y RZ-4 en las aguas del río Zapatilla cumplen con la normativa ECA de agua, esto se da por el menor ingreso de coliformes. En la temporada estiaje mes mayo en las zonas de muestreo RZ-1, RZ-2,

RZ-3 y RZ-4 sobrepasa las ECA para agua D1: riego de vegetales, esto se da por un ingreso mayor de coliformes. La presencia de los coliformes termotolerantes en las aguas del río Zapatilla en los meses abril y mayo presenta como fuentes de contaminación los pozos sépticos que por la infiltración llega al río Zapatilla, los residuos sólidos son arrojados por la población de la zona, el pastoreo intensivo de los ganados en toda la ribera del río y la existencia de la fauna acuática dicha del lago Titicaca. El río Zapatilla se observa una contaminación con bacterias coliformes termotolerantes, su aparición en las aguas indica que existe organismos coliformes de origen fecal como *Escherichia coli* estos solo se encuentran en el intestino humano o animal y la presencia indicaría que hay patógenos estos causan la amebiasis, fiebre tifoidea, cólera y shigelosis en todo aquel ser vivo que lo consume del agua con coliformes (Vega et al., 2005).

Los resultados obtenidos para coliformes termotolerantes, los valores fueron superiores a los reportados por Inquilla (2020), determinó los valores de coliformes termotolerantes en el río Coata alcanzó valor máximo de 290 NMP/100 ml y un valor mínimo de 15 NMP/100 ml, el principal contaminante del río Coata son las aguas residuales de la ciudad de Juliaca y desechos de residuos sólidos y a los reportados por Chullo (2021), registro los valores de coliformes termotolerantes en el río Cañipia de 23 NMP/100 ml el valor más alto y 3 NMP/100 ml el valor más bajo, indica una contaminación por coliformes termotolerantes. Asimismo, fueron inferiores a los reportados por Pari (2016), quien evaluó las aguas del río llave y registró los valores de coliformes termotolerantes el máximo valor de 3200 NMP/100 ml y un valor mínimo de 0 NMP/100 ml, señala los vertimientos de las aguas de laguna de oxidación como fuente principal de la contaminación y afectando la salud de los animales que son pastados en las riberas del río; a los registrados por Ocasio (2008), registró los valores de coliformes termotolerantes en el río Caca el máximo valor de 5606.67 mg/l y un valor mínimo de 5566.67 mg/l, señala la contaminación proviene desde comienzos del río donde la población no cuenta con sistema alcantarillado, disponen de pozos sépticos y por la escorrentía llega al río y a los registrados por Arroyo (2019), quien evaluó las aguas del río Chili y determinó como

valor máximo de 4416.67 NMP/100 ml y un valor mínimo de 36.67 NMP/100 ml, señala las concentraciones altas se debe a la presencia de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

4.3. CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA

4.3.1 Estándares de Calidad Ambiental – ECA

Tabla N° 18: Cumplimiento de la ECA - Categoría 3 Subcategoría D1: Riego de vegetales.

Parámetros	Unidad	Promedios		ECA 3	Observación
	de Medida	Abril	Mayo	Subcategoría D1	
Temperatura	°C	19.2	10.05	Δ 3	Cumple el ECA
Potencial de hidrógeno	pH	7.8	8.7	6,5 – 8,4	No Cumple el ECA
Conductividad	μS/cm	669.8	770	5000	Cumple el ECA
Oxígeno disuelto	mg/l	4.1	4.1	≥ 4	Cumple el ECA
Bicarbonatos	mg/l	15.5	7.8	518	Cumple el ECA
Cloruros	mg/l	82.2	214	500	Cumple el ECA
Sulfatos	mg/l	86.3	198	1000	Cumple el ECA
Nitratos	mg/l	27.9	0	100	Cumple el ECA

Coliformes	NMP/10			1000	No Cumple el
termotolerantes	0 ml	185	1425		ECA

En la tabla N° 18, se muestra los promedios de los parámetros evaluados en las dos temporadas de avenida y estiaje meses de abril y mayo, los parámetros son la temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos y coliformes termotolerantes, cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, a excepción de los parámetros pH y coliformes termotolerantes en el mes de mayo no cumple las ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales.

4.3.2. Análisis de las hipótesis

Para el análisis de la hipótesis se determinó la prueba estadística t de Student se ha previsto las siguientes medidas:

Nivel de confianza al 95% Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

p-valor $\geq \alpha$ Aceptamos la hipótesis nula.

p-valor $\leq \alpha$ Aceptamos la hipótesis alternativa.

H_0 : No existe una diferencia significativa entre la media de parámetros fisicoquímicos del grupo abril y la media de parámetros fisicoquímicos del grupo mayo.

H_1 : Existe una diferencia significativa entre la media de parámetros fisicoquímicos del grupo abril y la media de parámetros fisicoquímicos del grupo mayo.

a. Temperatura

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de temperatura de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos en las zonas en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadísticamente significativa ($T=16.545$, $gl=3$, $P=0.000$) (Tabla N° 28 - Anexos N° 02),

por lo tanto, se toma la hipótesis H_1 , entre los meses de muestreo presenta variaciones en las mediciones realizadas y entre las medias (figura N° 11).

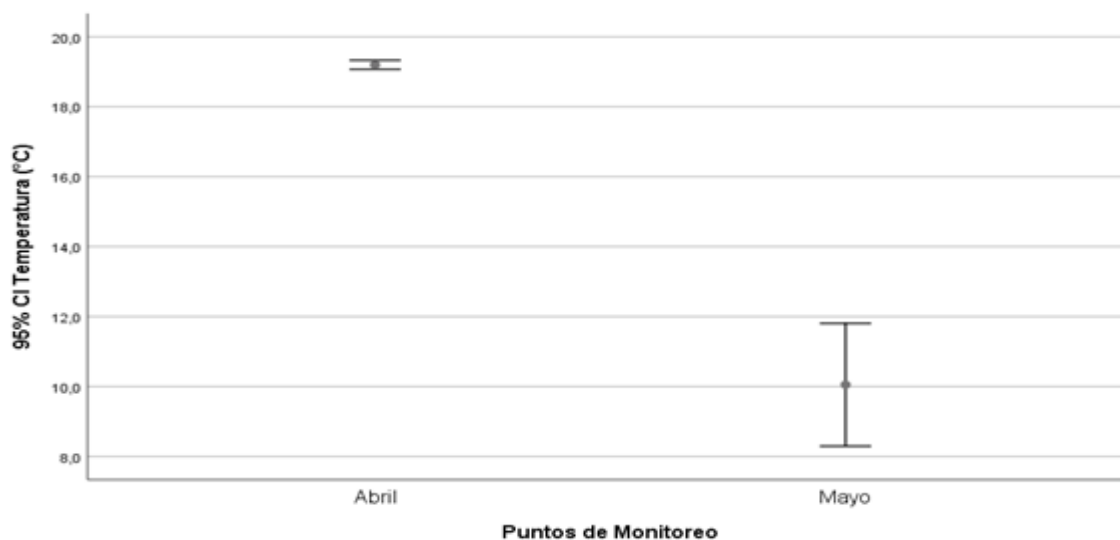


Figura N° 11: Diferencia estadística significativa para la temperatura.

b. Potencial de hidrógeno

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de potencial de hidrógeno de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos de zonas en estudio, en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadísticamente significativa ($T = -6.857$, $gl=6$, $P=0.000$) (Tabla N° 29 - Anexos N° 02), por lo tanto se toma la hipótesis H_1 , en los meses de muestreo presenta una diferencia en las mediciones y entre las medias (figura N° 12).

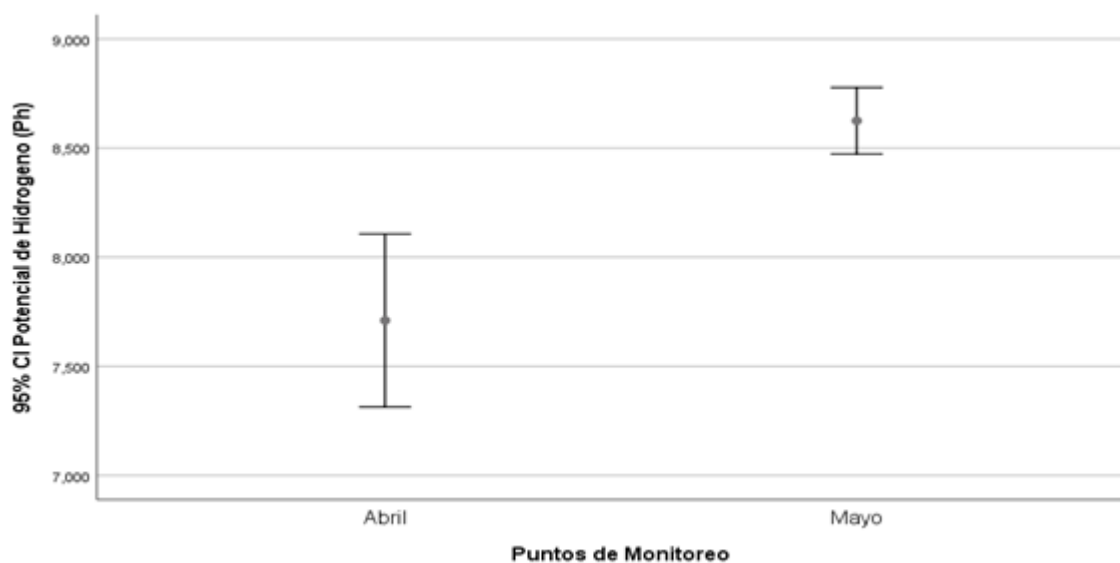


Figura N° 12: Diferencia estadística significativa para potencial de hidrógeno.

c. Conductividad

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de conductividad de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos de las zonas en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadísticamente significativa ($T = -2.576$, $gl=6$, $P=0.04$) (Tabla N° 30 - Anexos N° 02), por tanto se toma la hipótesis H_1 , según la significancia en los meses de muestreo presenta una variación entre las medias (figura N° 13).

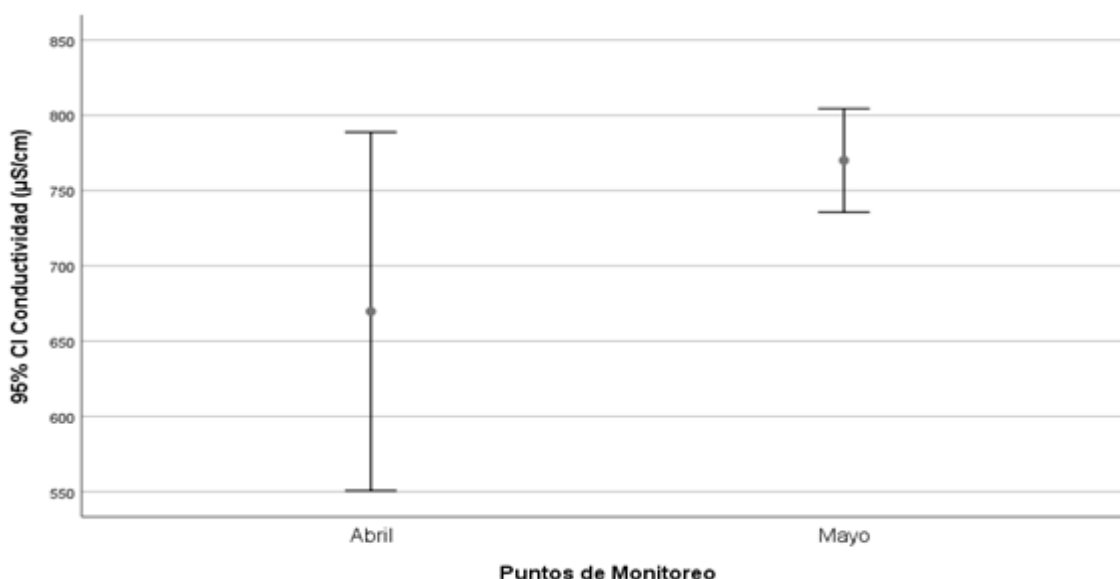


Figura N° 13: Diferencia estadística significativa para la conductividad.

d. Oxígeno disuelto

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de oxígeno disuelto de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos de zonas en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, no existe diferencia estadística significativa ($T=0.005$, $gl=6$, $P=0.99$) (Tabla N° 31 - Anexos N° 02), por lo tanto se toma la hipótesis H_0 , la significancia en los meses de muestreo presenta una semejanza en las mediciones y entre las medias (figura N° 14).

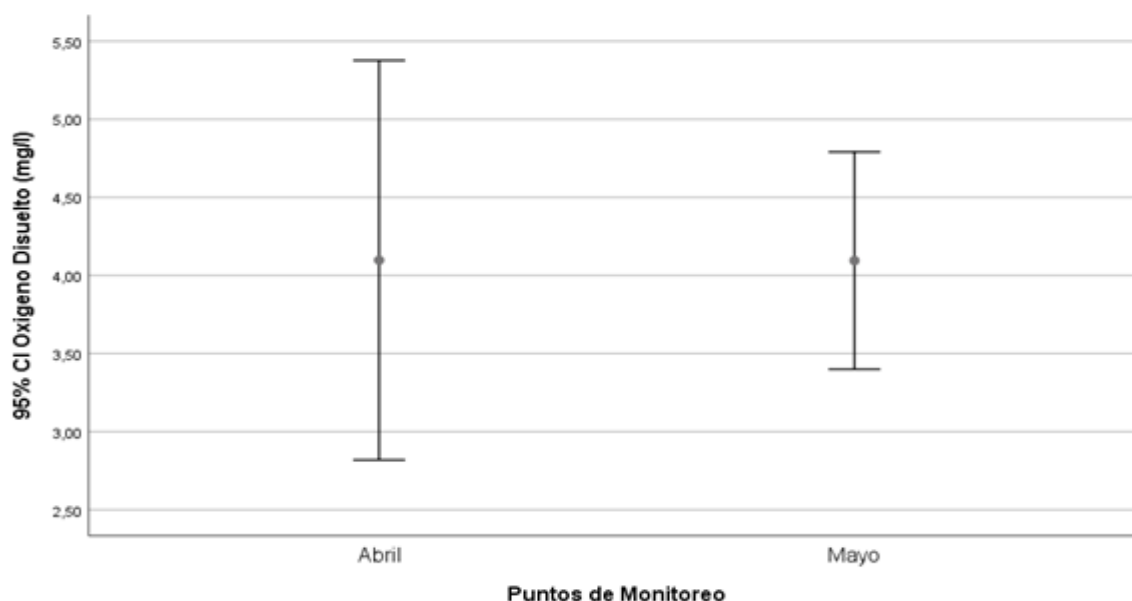


Figura N° 14: Diferencia estadística significativa para oxígeno disuelto.

e. Bicarbonatos

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de bicarbonatos de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadísticamente significativa ($T=3.663$, $gl=6$, $P=0.01$) (Tabla N° 32 - Anexos N° 02), por lo tanto se toma la hipótesis H_1 , la significancia en los meses de muestreo presenta una diferencia en las mediciones y entre las medias (figura N° 15).

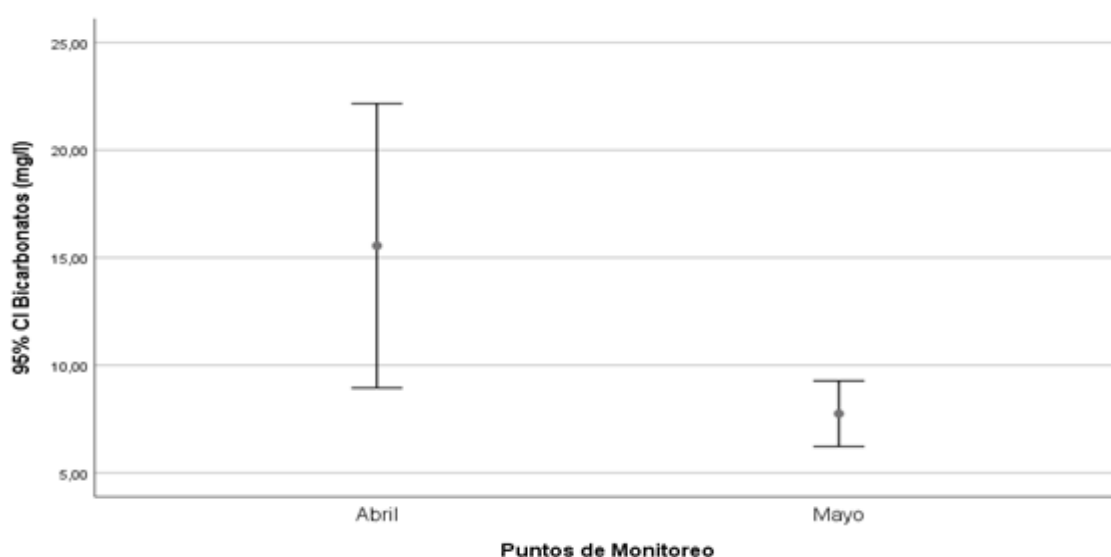


Figura N° 15: Diferencia estadística significativa para bicarbonatos.

f. Cloruros

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de cloruros de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos de zonas en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadísticamente significativa ($T = -4.286$, $gl=3$, $P=0.02$) (Tabla N° 33 - Anexos N° 02), por lo tanto se toma la hipótesis H_1 , según la significancia en los meses de muestreo presenta una variación en las mediciones y entre las medias (figura N° 16).

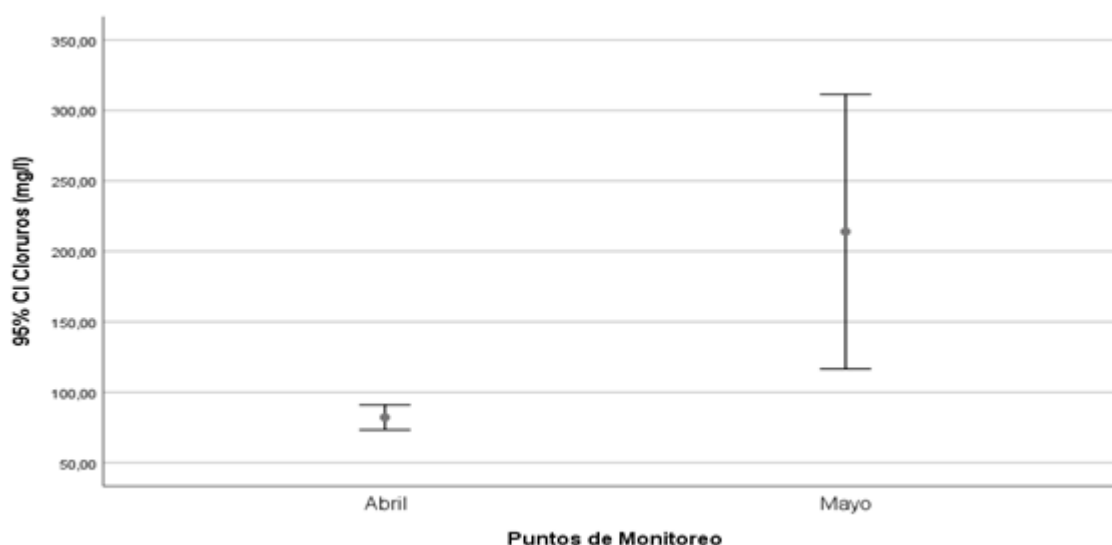


Figura N° 16: Diferencia estadística significativa para cloruros.

g. Sulfatos

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de sulfatos de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos de zonas en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadísticamente significativa ($T = -23.508$, $gl=3$, $P=0.000$) (Tabla N° 34 - Anexos N° 02), por lo tanto se toma la hipótesis H_1 , en los meses de muestreo presenta en las mediciones medias diferentes (figura N° 17).

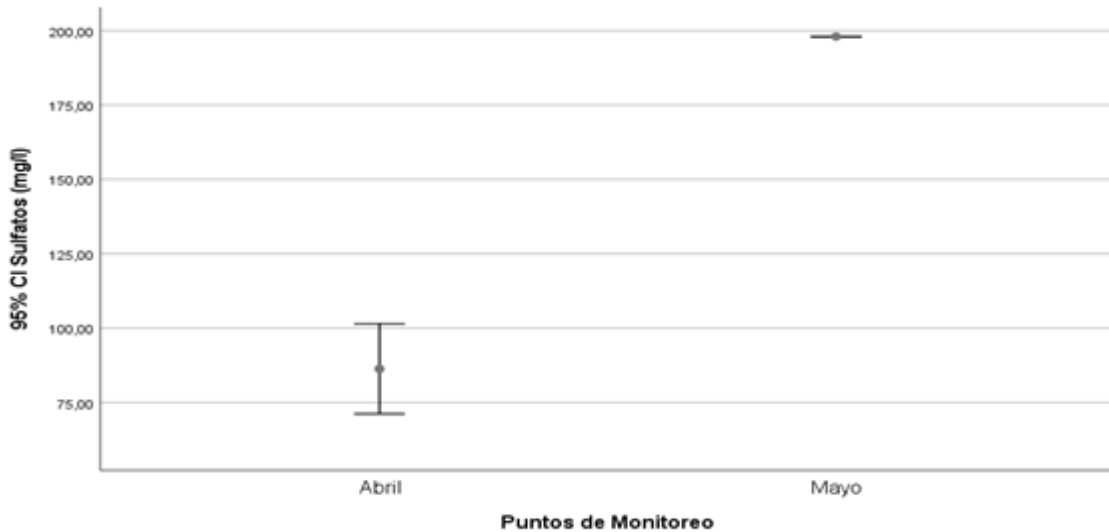


Figura N° 17: Diferencia estadística significativa para sulfatos.

h. Nitratos

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de nitratos de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos de zonas en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadística significativa ($T = 6.971$, $gl=3$, $P=0.006$) (Tabla N° 35 - Anexos N° 02), por lo tanto se toma la hipótesis H_1 , según la significancia obtenida entre los meses de muestreo presenta en las mediciones diferencia de medias (figura N° 18).

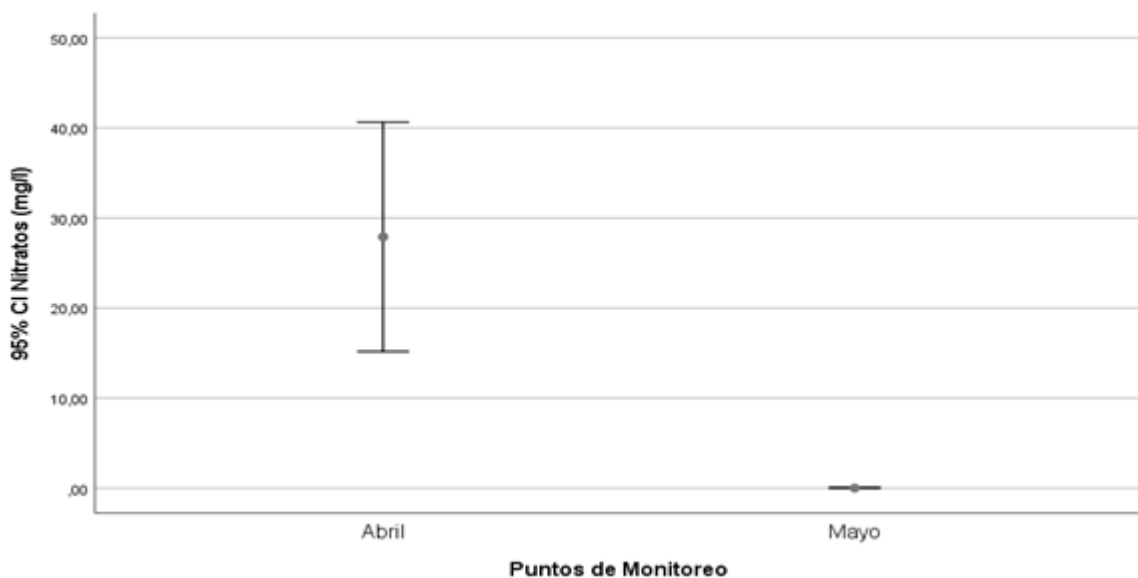


Figura N° 18: Diferencia estadística significativa para nitratos.

H_0 : No existe una diferencia significativa entre la media del parámetro microbiológico del grupo abril y la media del parámetro microbiológico del grupo mayo.

H_1 : Existe una diferencia significativa entre la media del parámetro microbiológico del grupo abril y la media del parámetro microbiológico del grupo mayo.

a. Coliformes Termotolerantes

Según el análisis de la prueba t para comparar medias a los valores de coliformes termotolerantes de las muestras de las aguas del río Zapatilla en los cuatro puntos de las zonas en estudio, para las temporadas de avenida y estiaje en los meses de abril y mayo, existe diferencia estadística significativa ($T = -3.809$, $gl=3$, $P=0.03$) (Tabla N° 36 - Anexos N° 02), por lo tanto se toma la hipótesis H_1 , la significancia en los puntos de muestreo presenta variación en las mediciones entre medias (figura N° 19).

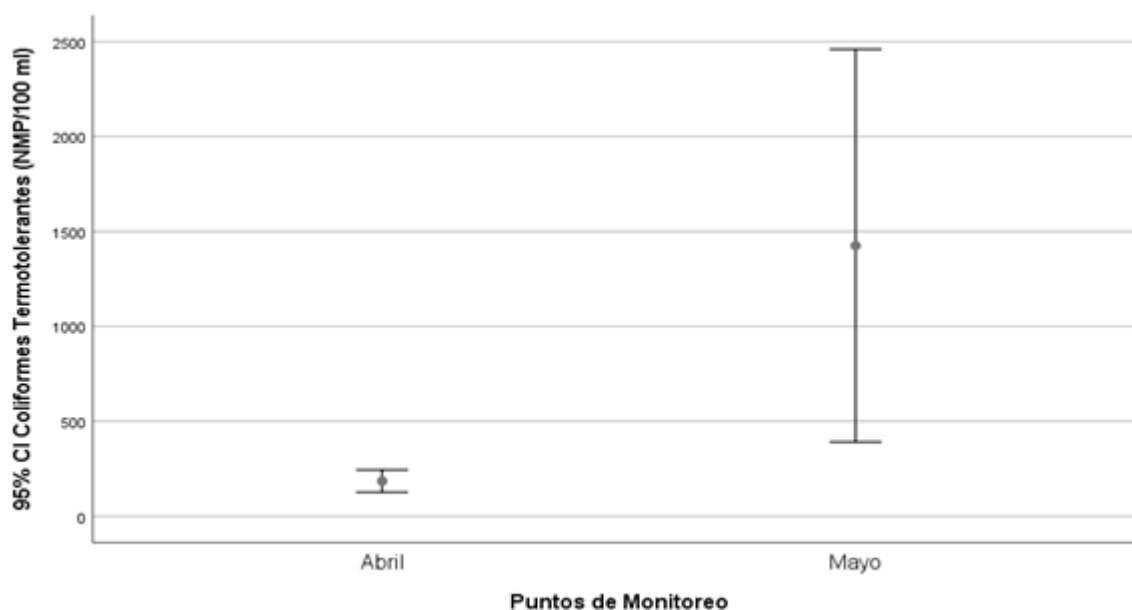


Figura N° 19: Diferencia estadística significativa para coliformes termotolerantes.

Con respecto a la hipótesis de la investigación planteada se toma la posibilidad de que sean muy distintas los valores de las medias halladas y el cumplimiento en lo establecido en la categoría 3, subcategoría D1 “Riego de vegetales” en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S N° 004-2017 – MINAM.

Con respecto a la hipótesis general:

H₁: La calidad del agua de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Zapatilla, no son aptas para riego de vegetales en el distrito Pilcuyo - 2021.

Los resultados encontrados en el presente estudio de investigación en las temporadas de avenida y estiaje para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados no se encuentran dentro de lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 Subcategoría D1 "Riego de vegetales", por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación.

Con respecto a la hipótesis específica 1:

H₁: La calidad de las aguas del río Zapatilla no es apta para riego de vegetales, según parámetros fisicoquímicos en el distrito Pilcuyo, 2021.

Los resultados encontrados para los parámetros fisicoquímicos, presenta en los cuatro puntos de muestreo en las temporadas de avenida y estiaje, según las medias de: temperatura (19.2 y 10.05°C), potencial de hidrógeno (7.8, 8.7), conductividad (669.8 y 770 µS/cm), bicarbonatos (15.6 y 7.75 mg/l), cloruros (82.2 y 213.9 mg/l), sulfatos (86.3 y 198 mg/l), nitratos (27.9 y 0 mg/l) las medias no cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3 Subcategoría D1 "Riego de vegetales" D.S. 004-2017 MINAM, por lo tanto se acepta la hipótesis de la investigación.

Con respecto a la hipótesis específica 2:

H₁: La calidad de las aguas del río Zapatilla no es apta para riego de vegetales, según parámetros microbiológicos en el distrito Pilcuyo, 2021.

El resultado obtenido para los parámetros microbiológicos coliformes termotolerantes presenta en los cuatros puntos de muestreo en las temporadas de avenida y estiaje una media de 185 y 1425 NMP/100ml, el parámetro microbiológico no cumple con el D.S. 004-2017 MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3 Subcategoría D1 "Riego de vegetales", concluyendo la presencia de la media encima de la ECA, por lo tanto, se acepta la hipótesis de la investigación.

CONCLUSIONES

Primera: De acuerdo a la evaluación realizada se determinó que la calidad del agua del río Zapatilla en el distrito de Pilcuyo, según parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presenta concentraciones en los cuatro puntos de muestreo que no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría 3 subcategoría D1 Riego de vegetales en los meses de abril y mayo, por lo tanto, se concluye que las aguas del río Zapatilla no son aptas para riego de vegetales.

Segunda: En las aguas del río Zapatilla se analizaron las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos presenta promedios de temperatura: 19.2°C, 10.05°C; pH: 7.71; conductividad; 669.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 770 $\mu\text{S}/\text{cm}$; oxígeno disuelto: 4.1 mg/l, 4.1 mg/l; bicarbonatos: 15.6 mg/l, 7.75 mg/l; cloruros: 82.2 mg/l, 213.9 mg/l; sulfatos: 86.3 mg/l, 198 mg/l; nitratos: 27.9 mg/l, 0 mg/l, estos valores están dentro en lo establecido en ECA y el parámetro pH: 8.7, se encuentra encima en lo establecido en la ECA para agua en el mes de mayo, lo que indica que el río Zapatilla presenta niveles de concentraciones de parámetros físicos y químicos que no cumple la normativa.

Tercera: En las aguas del río Zapatilla se analizaron las concentraciones de los parámetros microbiológicos el promedio que presenta los coliformes termotolerantes: 185 NMP/100ml, en mes de abril y está dentro de lo establecido en la ECA, y en el mes de mayo presenta coliformes termotolerantes: 1425 NMP/100ml, se encuentra superior en lo establecido en ECA para agua, Categoría 3 D1 Riego de vegetales, lo que indica que río Zapatilla presenta contaminación en concentración elevada de las aguas residuales,

infiltración de los pozos sépticos, como también por el pastoreo intensivo de ganados en las riberas del río Zapatilla en el distrito Pilcuyo.

RECOMENDACIONES

Primera: A la Municipalidad distrital de Pilcuyo en coordinación con las autoridades competentes, poner mayor atención en la temporada de estiaje para poder establecer un mayor control de los vertimientos del procesado de tunta, residuos sólidos, con el fin evitar la contaminación en el río Zapatilla es la principal fuente de agua para la población del distrito Pilcuyo.

Segunda: A la Autoridad Nacional del Agua debe realizar evaluaciones muy frecuentes en las diferentes estaciones del año, en las evaluaciones In situ y ex situ con la finalidad de verificar que las concentraciones obtenidas se mantengan dentro de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, a fin de determinar los cambios a largo plazo en el río Zapatilla.

Tercera: A las universidades de la región a realizar estudios de investigación sobre la calidad del agua en el río Zapatilla que incluya la evaluación de los parámetros orgánicos, inorgánicos, plaguicidas, coliformes totales, enterococos, salmonella sp, escherichia coli y metales pesados, a fin de determinar las concentraciones de los parámetros.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo Aguilar, E. (2019). *Determinación de la calidad bacteriológica de las aguas del río Chili, durante los meses de marzo-mayo, Arequipa 2019*. 63.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos*. 85.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos. Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial*.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._319-2015-ana_3.pdf
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, R.J. 010-ANA*.
<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/209>
- Barba Ho, L. E. (2002). *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. Universidad del Valle, Colombia*.
<https://www.coursehero.com/file/20925691/conceptos/>
- Barrenechea Martel, A. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: CEPIS/OPS. Lima, Perú*. 18.
- Beita Sandí, W., & Barahona Palomo, M. (2010). *Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa, Costa Rica, Universidad de Costa Rica*. 157-179.
- CEPIS. (2003). *Inventario de la situación actual de las aguas residuales domésticas en Colombia. Sistemas integrados de tratamiento y uso de las aguas residuales en América Latina, realidad y potencial. Lima, Perú*.
- Chullo Huamani, G. (2021). *Calidad fisicoquímica, bacteriológica y metales pesados del río Cañipia para riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Espinar-Cusco*.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y*

- saneamiento. *Diseño de plantas potabilizadoras tipo de tecnología simplificada*. Editorial Secretaría del medio ambiente y recursos naturales. ISBN: 978-968-817-880-5. CONAGUA.
- Congreso de la República. (2005). *Ley General del Ambiente, LEY N° 28611*. <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28611.pdf>
- Custodio, E. (2000). *Effects of groundwater development on the environment*. *Boletín Geológico y minero*. Vol. 111-6, 107-120.
- Davila Burga, J. (2011). *Diccionario Geológico*. Ed. INGEMMET. Lima, Perú. 901.
- DIGESA. (2010). *Fichas técnicas del grupo de uso*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf
- FAO. (2003). *Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Experiencias, asuntos relevantes y alineamientos (p. 312)*. Italia – Roma.
- Fernández Rodríguez, M., & Fernández Urgellés, O. (2007). *Evaluación de la calidad físico – química y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del municipio de Moa*. *Revista de Minería y Geología*. Vol. 23, Holguín, Cuba.
- Gao, Z., & Lips, S. (1997). *Effects of increasing inorganic carbon supply to roots on net nitrate uptake and assimilation in tomato seedlings*. *Plant*. Vol 101.
- Gil Gomez, J. A. (2014). *Determinación de la calidad del agua mediante variables físico, químicas y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa*. Colombia: Universidad De Manizales. 2014, 84.
- Grant, R. (1993). *Waters quality and requirements for dairy cattle*. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural resources. <https://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g2292/build/g2292.htm>
- Inquilla Ccalla, C. (2020). *Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas del río Coata, Puno – 2018*.
- Larios Ortiz, L. (2009). *Contaminación del agua por nitratos: Significación sanitaria*. *Artículo de revisión*. *Archivo Médico Camaguey*. Vol. 13 n.2 Camagüey.

- Mamani Aguilar, M. (2019). *Parámetros fisicoquímicos, metales pesados (As y Pb), bacteriológicos y alternativas de saneamiento ambiental de fuentes de agua de la comunidad Suches, distrito Caracoto, Provincia San Román, Región Puno, 2018. Tesis de Magister Scientiae en Ecología. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.*
- Marín, R. (2014). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. (EMACSA) C/De los Plateros, 1; 14006-Córdoba. 37.*
- Martínez Rojas, O. (2006). *Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del canal de Chiquimulilla en la reserva natural de usos múltiples, Monterrico. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 146.*
- Mau, Y., & Porporato, A. (2015). *A dynamical system approach to soil salinity and sodicity. Advances in Water Resources. Vol. 83. Pages 68-76.*
- Mejía Clara, M. R. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca el Limón, San Jerónimo, Honduras. Costa Rica, 2005.*
- Meza Veliz, V. (2016). *Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa – Huancayo. 160.*
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Decreto Supremo N° 004- 2017- MINAM. Estándares de calidad ambiental para el agua.*
- Nagpal, K., Levy, D., & MacDonald, D. (2003). *Ambient water quality guidelines for chloride. Victoria, Columbia Británica, Canadá.*
- Nieves, M., Orozco, C., Pérez, A., Alfayate, J., & Rodríguez, F. (2011). *Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Ediciones Paraninfo S.A.*
- Ocasio Santiago, F. (2008). *Evaluación de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río piedras. Tesis grado de maestría en ciencias en gerencia ambiental en evaluación y manejo de riesgo ambiental.*

- Universidad Metropolitana, Puerto Rico, 2008. 2008, 140.*
- ONU. (1992). *Organización de las Naciones Unidas. Departamento de Economía y Asuntos Sociales: División para el Desarrollo Sostenible. Agenda 21.*
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable. Tercera Edición. Volumen III.*
- Paredes, A. (2013). *Calidad fisicoquímica y biológica de agua en la zona de captación – Chimu, del lago Titicaca destinada para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puno. Tesis de Licenciatura. Escuela Profesional de Biología, Universidad Nacional del Altiplano—Puno.*
- Pari Condori, J. (2016). *Determinación de la calidad de agua del río llave, zona urbana del distrito de llave, Puno—2016.* 131.
- Parra, S., Lara Murrieta, P., Villarreal Romero, M., & Hernández Verdugo, S. (2012). *Crecimiento de plantas y rendimiento de tomate en diversas relaciones nitrato / amonio y concentraciones de bicarbonato. Revista Fitotecnia Mex. Vol. 35 no.2 Chapingo.*
- Peñaloza Páez, J. A. (2012). *Desarrollo Local Sostenible. Contaminación y tipos de contaminación.*
- Pinto Paredes, M. (2018). *Calidad de agua superficial en el río Chili-en los sectores Sachaca, Jacobo Hunter, Tiabaya y Uchumayo para uso de riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Arequipa. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.* 145.
- Pullés Marlen, R. (2014). *Microorganismos indicadores de la calidad de agua potable en Cuba. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 45, No.1, pp, 25-36. 2014.*
<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf>
- Ramirez Hernández, O. R. (2015). *Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país.* 18.

- Ramírez Ureña, A. (2016). *Estudio de la contaminación por pesticidas de las aguas superficiales de la provincia de Jaén*. 48.
- Real Academia Española, R. (2001). *Diccionario de la lengua española (22.a ed.)*. Madrid, España. <https://dle.rae.es/disquisición>
- Robles, E., Ramírez, E., Durán, Á., Martínez, M., & González, M. (2013). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan, Morelos México*. Vol. 4, núm. 1: 19 – 18.
- Rodríguez Camacho, S. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha baja y Bella unión durante septiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018*.
- Rosales Serna, R., & Flores Gallardo, H. (2017). *Importancia del agua de riego para la producción sostenible de frijol en Durango*. México: CEVAG.
- Sager, R. (2001). *Calidad de Agua De Bebida. Relación Con La Suplementación Mineral Y Problemas Sanitarios. Conferencia en el Congreso de Ganadería de Zonas Áridas y Semiáridas (p. 1-5). Argentina*. https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/22-calidad_agua_suplementacion_mineral_sanidad.pdf
- Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico, Primera Edición*. Bogotá, Colombia. Universidad de Medellín.
- Simal Lozano, J. (1984). *Los Nitritos y Nitratos en las aguas: Su origen, propiedades y toxicología*.
- Tamani Aguirre, Y. (2014). *Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la provincia de Padre Abad, Aguaytía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú*. 2014.
- Teves Aguirre, B. M. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Caca, región Lima. Tesis para optar al grado de magíster en química. Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel, Perú*. 2016, 94.
- Vega, M., Jiménez, M., Salgado, R., & Pineda, G. (2005). *Determinación de bacterias de*

origen fecal en hortalizas cultivadas en Xochimilco de octubre de 2003 a marzo de 2004. Vol. 4, 21—25. Universidad Simón Bolívar. México.

Wilson, D., Fernández Heredia, A., & Zayas Esténger, Y. (2007). *Desarrollo y validación de un método de valoración anemométrica para la determinación del ion sulfato en muestras de aguas naturales y residuales. Revista Cubana de Química, vol. 19. Santiago de Cuba, Cuba.*

Yupanqui Torres, E. (2006). *Análisis fisicoquímico de fuentes de aguas termominerales del callejón de Huaylas. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.*
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/90/YUPANQUI_EDSON_ANALISIS_FISICOQUIMICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO DE RIEGO DE VEGETALES EN EL DISTRITO DE PILCUYO, REGIÓN PUNO - 2021

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	POBLACIÓN Y MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el nivel de calidad del agua del río Zapatilla para uso de riego de vegetales, en el distrito Pílcuyo 2021?	OBJETIVO GENERAL Evaluar la calidad del agua del río Zapatilla para uso de riego de vegetales, en el distrito de Pílcuyo.	HIPÓTESIS GENERAL La calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Zapatilla, no son aptas para riego de vegetales en el distrito Pílcuyo - 2021.	POBLACIÓN Para el presente estudio la población son las aguas del río Zapatilla en el distrito Pílcuyo, provincia de El Collao.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN El diseño de investigación es descriptivo y no experimental. Se describen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos encontrados en las muestras de las aguas recolectadas en un periodo y espacio y se mide cada una de ellas independientemente. Se describe lo que se investigó, sin alterar en lo
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	MUESTRA La muestra está	

<p>¿La calidad de las aguas del río Zapatilla será apta para riego de vegetales, según parámetros fisicoquímicos en el distrito Picuyo, 2021?</p>	<p>Analizar las aguas del río Zapatilla para riego de vegetales según parámetros fisicoquímicos en el distrito Picuyo.</p>	<p>La calidad de las aguas del río Zapatilla no es apta para riego de vegetales, según parámetros fisicoquímicos en el distrito Picuyo, 2021.</p>	<p>representada por los puntos de muestreo identificados por GPS que consta de 4 puntos georreferenciados. El punto N° 1: Río Zapatilla a 1500 metros de la carretera Panamericana.</p>	<p>más mínimo ni el entorno ni el fenómeno estudiado. El estudio consistió en la toma de una muestra directamente del agua del río Zapatilla en los meses de abril y mayo..</p>
<p>¿La calidad de las aguas del río Zapatilla será apta para riego de vegetales, según parámetros microbiológicos en el distrito Picuyo, 2021?</p>	<p>Analizar las aguas del río Zapatilla para riego de vegetales según parámetros microbiológicos en el distrito Picuyo.</p>	<p>La calidad de las aguas del río Zapatilla no es apta para riego de vegetales, según parámetros microbiológicos en el distrito Picuyo, 2021.</p>	<p>El punto N° 2: Río Zapatilla a 3000 metros de la carretera Panamericana. El punto N° 3: Río Zapatilla a 4500 metros de la carretera Panamericana. El punto N° 4: Río Zapatilla a 6000 metros de la carretera</p>	

		Panamericana.	
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
Variable Independiente Parámetros fisicoquímicos microbiológicos	Fisicoquímicos Microbiológicos	Temperatura Conductividad pH Oxígeno disuelto Bicarbonatos Cloruros Sulfatos Nitratos	Coliformes termotolerantes
Variable dependiente Calidad de agua	Aguas del río Zapatlilla	Apta No Apta	

Anexo N° 02: Análisis de los niveles de significancia para los variables.

Tabla N° 19: Prueba de nivel de significancia para la temperatura.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Temperatura (°C)	Se asumen varianzas iguales	6,136	,048	16,545	6	0,000	9,1500	0,5530	7,7968	10,5032
	No se asumen varianzas iguales			16,545	3	0,000	9,1500	0,5530	7,4008	10,8992

Tabla N° 20: Prueba de nivel de significancia para potencial de hidrógeno.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior

Potencial de Hidrógeno (Ph)	Se asumen varianzas iguales	2,674	0,153	-6,857	6	0,000	-,915000	0,133450	-1,241540	-,588460
	No se asumen varianzas iguales			-6,857	3	0,003	-,915000	0,133450	-1,290588	-,539412

Tabla N° 21: Prueba de nivel de significancia para la conductividad.

Prueba de muestras independientes										
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para dos muestras								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Conductividad (µS/cm)	Se asumen varianzas iguales	3,305	0,19	-2,576	6	0,04	-100,250	38,920	-195,483	-5,017
	No se asumen varianzas iguales			-2,576	3	0,07	-100,250	38,920	-214,719	14,219

Tabla N° 22: Prueba de nivel de significancia para el oxígeno disuelto.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Oxígeno Disuelto (mg/l)	Se asumen varianzas iguales	1,360	0,28	0,005	6	0,99	0,00250	0,45747	-1,11690	1,12190
	No se asumen varianzas iguales			0,005	4	0,99	0,00250	0,45747	-1,20213	1,20713

Tabla N° 23: Prueba de nivel de significancia para bicarbonatos.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior

Bicarbonatos (mg/l)	Se asumen varianzas iguales	2,969	0,136	3,663	6	0,01	7,80500	2,13057	2,59169	13,01831
	No se asumen varianzas iguales			3,663	3	0,03	7,80500	2,13057	1,37790	14,23210

Tabla N° 24: Prueba de nivel de significancia para cloruros.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cloruros (mg/l)	Se asumen varianzas iguales	5,608	0,05	-4,286	6	0,005	-131,82000	30,75376	-207,07175	-56,56825
	No se asumen varianzas iguales			-4,286	3	0,02	-131,82000	30,75376	-228,79685	-34,84315

Tabla N° 25: Prueba de nivel de significancia para sulfatos.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Sulfatos (mg/l)	Se asumen varianzas iguales	6,660	0,042	-23,508	6	0,000	-111,68250	4,75081	-123,30732	-100,05768
	No se asumen varianzas iguales			-23,508	3	0,000	-111,68250	4,75081	-126,80171	-96,56329

Tabla N° 26: Prueba de nivel de significancia para nitratos.


Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Nitratos (mg/l)	Se asumen varian	12,000	,01	6,971	6	0,000	27,9000	4,0021	18,1073	37,6927

	zas iguales									
	No se asumen varianzas iguales			6,971	3	0,006	27,9000	4,0021	15,1636	40,6364

Tabla N° 27: Prueba de nivel de significancia para coliformes termotolerantes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para dos muestras						
		F	Sig.	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	Se asumen varianzas iguales	7,914	0,03	-3,809	6	0,009	-1240,000	325,525	-2036,532	-443,468
	No se asumen varianzas iguales			-3,809	3	0,03	-1240,000	325,525	-2272,210	-207,790

Anexo N° 03: Fichas de identificación de los puntos de monitoreo.



ANA
Autoridad Nacional del Agua

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua: RIO ZAPATILLA

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA 3
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: -
(Código Pfaffstaater)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: RZ-1
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción: RIO ZAPATILLA A 1500 METROS DE LA CARRETERA P.
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: A 1500 METROS DEL PUENTE PANAMERICANA HACIA ARRIBA MARGEN DERECHO.
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: EL PUNTO DE MUESTREO SE ENCUENTRA EN ZONA MEDIA
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno: A LA ADELANTE DEL PUENTE PANAMERICANA.
(Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

Distrito: PUCUYO Provincia: EL COLLAO Departamento: PUNO


Localidad: SECTOR MARCAYO

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas


Norte/Latitud: 16° 08' 00" Zona: - (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: 069° 34' 10" Altitud: 3836 (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de ubicación del punto de monitoreo (referencia)



Fotografía: (Tomada a un mínimo de 20 metros de distancia del punto de monitoreo)



Elaborado por: WILBER CALIRAYA JILAJA

Fecha: 06/04/22





FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua: RIO ZAPATILLA

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA - 3
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: -
(Código Pfafstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: RZ-2
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción: RIO ZAPATILLA A 3000 METROS DE LA CARRETERA P.
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: A 3000 METROS DEL PUENTE PANAMERICANA HACIA ABAJO, MARGEN DERECHO.
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: EL PUNTO DE MUESTREO SE ENCUENTRA EN ZONA BAJA.
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo: EVALUACION DE LA CALIDAD FISICOQUIMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA
(Describir la finalidad del punto de monitoreo. Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno: A LA ALTURA DEL COMUNITAD CHOYNACHOYÑANI
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

Distrito: PILCAYO Provincia: EL COLLAO Departamento: PUNO

Localidad: SECTOR CHOYNACHOYÑANI

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: 16°07'32" Zona: - (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: 069°34'00" Altitud: 3832 (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: WILBER CALIZAYA JILAJA Fecha: 06/04/22



FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua: RIO ZAPATILLA

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA -3
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: -
(Código Platföster)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: 122 -3
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción: RIO ZAPATILLA A 4500 METROS DE LA CARRETERA P.
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: A 4500 METROS DE LA CARRETERA PANAMERICANA HACIA ABAJO, MARGEN IZQUIERDO.
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: EL PUNTO DEL MUESTREO SE ENCUENTRA EN ZONA BAJA.
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA.
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno: A LA ALTURA DEL PUENTE DE CHOÑACHOÑANI.
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

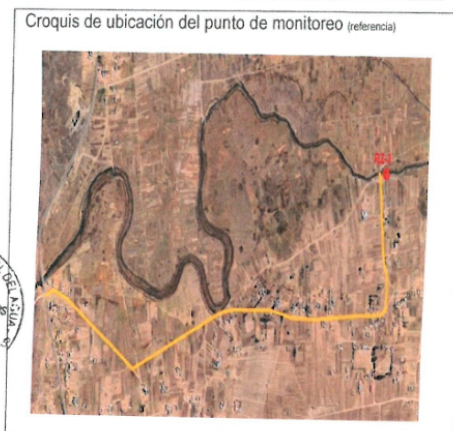
Distrito: Pitucayo Provincia: EL COLLAO Departamento: PUNO

Localidad: SECTOR CHOÑACHOÑANI

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: 16° 02' 20" Zona: - (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: 069° 33' 00" Altitud: 3830 (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: WILBER CALIZAYA JILAJA Fecha: 06/04/22



ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua: RIO ZAPATILLA

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA - 3
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: -
(Código Pfaltzstam)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: PZ-4
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción: RIO ZAPATILLA A 6000 METROS DE LA CARRETERA P.
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: A 6000 METROS DE LA CARRETERA PANAMERICANA. HACIA ABAJO, MARGEN IZQUIERDO - PILCUYO.
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: EL PUNTO DE MUESTREO SE ENCUENTRA EN ZONA BAJA
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo: EVALUACION DE LA CALIDAD FISICOQUIMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA.
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno: A LA ALTURA DEL PUENTE PILCUYO CAMINO A PEÑALOZA.
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

Distrito: PILCUYO Provincia: EL COLLAO Departamento: PUNO

Localidad: SERTON PEÑALOZA

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: 16° 07' 12" Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: 669° 33' 06" Altitud: 3828 (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: WILBER CALIZAYA JILAJA Fecha: 06/04/22

Anexo N° 04: Registro de datos en campo e informes de resultados en los laboratorios.

LABORATORIOS EBC S.A.S.
LABORATORIOS EBC S.A.S. - AV. SAN CARLOS N° 2450 - SAN CARLOS - CANTÓN SAN CARLOS - PASTAZA - ECUADOR
 Email: laboratorios@ebs.com.ec

CADENA DE CUSTODIA

Código : 037 - 2011
 Revisión :
 Fecha : 1 de 1

Solicitante : **WILBER CALZADA BUNJA**
 Dirección : **3da. SAN FRANCISCO DE BAYLA N° 245**
 R.U.C. :
 Contacto :

Teléfono / Fax : **918 533084**
 Email : **wilber-calzada@upsc.edu.ec**

Cod. Lab.	Cod. de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Meth *	Puntos de Muestra	Com. CP, Localidad, Urb.	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M.		N° de frentes		Vol. Total aprox. (ml)
										Esp. UD	Norte	P	V	
	RZ-1	06/04/22	7:30	AS	Rio Zapacillo a 1500 metros de la confluencia con el río Zapacillo.		Pileayo	El Collo	Puno	16° 08' 00"	089° 34'		X	
	RZ-2	06/04/22	8:00	AS	Rio Zapacillo a 200 metros de la confluencia con el río Zapacillo.		Pileayo	El Collo	Puno	16° 08' 30"	089° 34'		1	
	RZ-3	06/04/22	8:30	AS	Rio Zapacillo a 4500 metros de la confluencia con el río Zapacillo.		Pileayo	El Collo	Puno	16° 08' 30"	089° 34'		1	
	RZ-4	06/04/22	9:00	AS	Rio Zapacillo a 6000 metros de la confluencia con el río Zapacillo.		Pileayo	El Collo	Puno	16° 08' 12"	089° 33' 04"		1	
Total														

Responsable del muestreo : **WILBER CALZADA**

(Firma)

Observaciones:

Tipo de recipiente para el transporte: Respon. No Respon.
 Temperatura durante el transporte: Si No
 Muestras dentro del periodo de análisis: Si No
 Muestras entregadas intactas: Si No

Entregado a: *(Firma)*
 Recibido por: *(Firma)*
 Fecha y hora: **06/04/2022**
 Firma: *(Firma)*


CADENA DE CUSTODIA

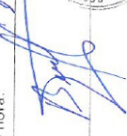
Solicitante : **Wilber Calizaya Jilaja** teléfono / fax : **918 533084**
 Dirección : **Jr. San Francisco de Borja** E-mail : **wilber_calizaya@upsc.edu.pe**
 Código N° custodia : **002**


Cód. Lab.	Cód. De campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Matriz *(1)	Puntos de muestreo	Parámetros		Provincia	Departamento	Georreferenciación UTM			Vol. Total Aprox. (ml)
						Físico - Químicos	Microbiológicos			N/S	E/O	P	
	02-1	18/05/22	8:30	AS	1.º Zapatera a 1500 metros de la carretera de Zapatera a 2000 metros	1. Bacterias		El Collao	Puno	16° 08' 00"	069° 34' 10"	1	500
	02-2	18/05/22	9:00	AS	de la carretera Panamericana	2. Cloruros		El Collao	Puno	16° 08' 32"	069° 34' 00"	1	500
	02-3	18/05/22	9:30	AS	de la carretera Panamericana	3. Sulfatos		El Collao	Puno	16° 08' 50"	069° 33' 32"	1	500
	02-4	18/05/22	10:00	AS	de la carretera Panamericana	4. Nitratos		El Collao	Puno	16° 08' 12"	069° 33' 64"	1	500
						5. Coliformes							
						Temperatura							

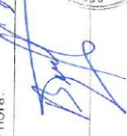
*(1) AR(Agua Potable); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AR(Agua Residual); AU(Agua Fluvial); EF(Efluente); YE(Yacimiento); SF(Sedimento); BV(Bianco Viajero); DP(Duplicado); BC(Bianco de Campo); BC(Bianco de Campo); LD(Lodos); SU(Suelos).
 *(2) P(Plástico); V(Vidrio).


Responsable de muestreo: **Wilber Calizaya J.** Observaciones:

Firma: 

Entregado a: Recibido por: **Beatrix Humera Vilca**
 Fecha y hora: **18/05/2022**
 Firma: 

Responsible of sampling: **Wilber Calizaya J.** Observations:
 Signature: 

Delivered to: Received by: **Beatrix Humera Vilca**
 Date and time: **18/05/2022**
 Signature: 

Responsible of sampling: **Beatrix Humera Vilca**
 Signature: 

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Realizado por: **WILBER CALZADA TILAJA** teléfono / fax: **918533084**
 Dirección: **SE. SAN FRANCISCO DE BORJA** E-mail: **Wilber_calzada@upsc.edu.pe.**
 Cuenca: **RIO ZAPATILLA** Responsable: **Wilber Calzada Tilaja**

Cód. De campo	Descripción Origen/ubicación	Distrito	Provincia	Departamento	Georreferenciación UTM			Físico - químico							Observaciones
					N/S	E/O	Altitud msnm	Equipo	Fecha	Hora	PH	T °C	OD mg/l	COND uS/cm	
RZ-1	RIO ZAPATILLA a 1500 metros de la carretera para agricultura	PILCAYO	El Collo	PUNO	14°05'20" 069°31'00"	3826	Multiparametro TPA	06/04/22	7:30	7.82	19.2	3.4	778	Instalacion salin Potenci. Acido (lib)	
RZ-2	RIO Zapotilla a 3000 metros de la carretera para agricultura	PILCAYO	El Collo	PUNO	16°07'32" 069°34'00"	3832	Multiparametro TPA	06/04/22	8:00	7.34	19.3	3.6	606	Instalacion salin	
RZ-3	RIO Zapotilla a 4500 metros de la carretera para agricultura	PILCAYO	El Collo	PUNO	14°07'20" 069°31'30"	3830	Multiparametro TPA	06/04/22	8:30	7.89	19.1	4.2	649	Instalacion salin	
RZ-4	RIO Zapotilla a 6000 metros de la carretera para agricultura	PILCAYO	El Collo	PUNO	16°07'12" 069°31'40"	3828	Multiparametro TPA	06/04/22	9:00	7.74	19.2	5.19	646	"	


70201424

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Realizado por : WILBER CALICAYA JILAJA teléfono / fax : 98533084
 Dirección : JO. SAN FRANCISCO DE BANGA E-mail : Wilber_Calicaya@upsc.edu.pe
 Cuenca : RIO ZAPATILLA Responsable : Laboratorio LAFYM - SUR

Cód. De campo	Descripción Origen/ubicación	Distrito	Provincia	Departamento	Georreferenciación UTM			Físico - químico							Observaciones
					N/S	E/O	Altitud msnm	Fecha	Hora	PH	T °C	OD mg/l	COND US/cm		
PZ-1	Rio Zapatilla a 1500 metros de la carretera Panamericana	Pilcayo	El Collao	Puno			3830		18/05/22	8:30	8.5	8.9	4.38	770	Instalación sala Pastoreo, P. Acuarios
PZ-2	Rio Zapatilla a 3300 metros de la carretera Panamericana	Pilcayo	El Collao	Puno			3832		18/05/22	9:00	8.7	9.6	4.20	740	Instalación sala F y P. Acuarios
PZ-3	Rio Zapatilla a 4500 metros de la carretera Panamericana	Pilcayo	El Collao	Puno			3830		18/05/22	9:30	8.6	10.2	4.35	780	Instalación sala Pastoreo.
PZ-4	Rio Zapatilla a 5000 metros de la carretera Panamericana	Pilcayo	El Collao	Puno			3828		18/05/22	10:00	8.7	11.5	3.45	790	Instalación sala Fiebre, Almacén.





INFORME DE ENSAYO
N° 04038-22/AG/ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Wilber Calizaya Jilaja
 Propietario / Productor :
 Dirección del cliente : Jr. San Francisco de Borja - Ilave
 Solicitado por : Wilber Calizaya Jilaja
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 4
 Producto declarado : Agua
 Presentación de las muestras(s) : Botella de polipropileno
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : Picuyo-Collao-Ilave-Rio Zapatilla.
 Fecha(s) de muestreo : 2022.04.06
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2022.04.06
 Lugar de ensayo : LABSAF ILLPA
 Fecha(s) de análisis : 2022.04.06
 Cotización del servicio : N° 042-2022-ILL
 Fecha de emisión : 2022.04.19



Firmado digitalmente por:
 CANIHUA ROJAS Jorge FAU
 20131385004 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 19/04/2022 18:39:57-0500

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4
Código de Laboratorio			AG 316-ILL-22	AG 317-ILL-22	AG 318-ILL-22	AG 319-ILL-22
Matriz Analizada			Agua	Agua	Agua	Agua
Fecha de Muestreo			2022.04.06	2022.04.06	2022.04.06	2022.04.06
Hora de Inicio de Muestreo (h)			7:30am	8:00am	8:30am	9:00am
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			RZ-1	RZ-2	RZ-3	RZ-4
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH		--	7.827	7.340	7.879	7.794
C.E. (20° C)	µS/cm	--	778.00	606.00	649.00	646.00
Sales totales	mg/l	--	546.00	433.00	464.00	462.00
Dureza total	CaCO ₃ (G.H.F.)	--	28.04	32.06	25.54	38.29
alcalinidad total	CaCO ₃	--	160.00	320.00	280.00	260.00
R.A.S		--	0.11	0.11	0.13	0.13
S.C.R.		--	-5.44	-6.08	-4.82	-5.44
Temperatura	°C	--	19.20	19.30	19.10	19.20
Oxígeno disuelto	mg/l	--	3.40	3.60	4.20	5.19
Suma de cationes		--	5.94	6.75	5.46	6.06
Calcio	meq/L	--	2.80	2.80	3.00	2.70
Magnesio	meq/L	--	2.80	3.60	2.10	3.00
Potasio	meq/L	--	0.13	0.14	0.14	0.13
Sodio	meq/L	--	0.21	0.21	0.22	0.23
Calcio	mg/l	--	56.11	56.11	60.12	54.10
Magnesio	mg/l	--	34.04	43.77	25.53	60.12
Potasio	mg/l	--	5.08	5.47	5.47	5.08
Sodio	mg/l	--	4.83	4.83	5.06	5.29
Suma de aniones		--	4.81	4.61	4.30	4.81
Cloruros	meq/L	--	1.90	2.10	2.20	2.20
Sulfatos	meq/L	--	1.75	1.79	1.52	1.75
Carbonatos	meq/L	--	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos	meq/L	--	0.16	0.32	0.28	0.26
Nitratos	meq/L	--	0.50	0.40	0.30	0.60
Cloruros	mg/l	--	74.29	82.11	86.02	86.20
Sulfatos	mg/l	--	93.15	85.97	73.00	93.15
Carbonatos	mg/l	--	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos	mg/l	--	9.76	19.52	17.08	15.86
Nitratos	mg/l	--	31.00	24.80	18.60	37.20
Clasificación Riverside:	C3S1	C2S1	C2S1	C2S1	C2S1	C2S1
R.A.S.:	Aguas utilizables para el riego con precauciones	Aguas de buena calidad aptas para el riego	Aguas de buena calidad aptas para el riego	Aguas de buena calidad aptas para el riego	Aguas de buena calidad aptas para el riego	Aguas de buena calidad aptas para el riego
S.C.R.	Agua Recomendable	Agua Recomendable	Agua Recomendable	Agua Recomendable	Agua Recomendable	Agua Recomendable
Tipo de agua:	Semi dura	Dura	Dura	Semi dura	Dura	Dura
Diagnostico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama):	Agua buena admisible	Agua buena admisible	Agua buena admisible	Agua buena admisible	Agua buena admisible	Agua buena admisible



INFORME DE ENSAYO
N° 04038-22/AG/ILLPA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
C.E. (20° C)	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Sales totales	Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpresión, octubre 1988. 195p. método del hidrómetro
Dureza total	
alcalinidad total	
R.A.S	
S.C.R.	
Temperatura	
Oxígeno disuelto	
Calcio	
Magnesio	
Potasio	
Sodio	
calcio	
Magnesio	
Potasio	
Sodio	

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C



Firmado digitalmente por:
CANIHUA ROJAS Jorge FAU
20131365994 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19/04/2022 18:40:18-0500

Responsable del Laboratorio
FIN DE INFORME DE ENSAYO



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241580

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº 8108-2022

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **WILBER CALIZAYA JILAJA**
 Dirección : *Jr. San Francisco de Borja Nro 240*
 Tesis : *"Evaluación de la calidad del agua del río Zapatlilla para uso de riego de vegetales en el Distrito de Píllcuyo, Región Puno - 2021"*

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : *Agua Superficial*
 Punto de muestreo : *RZ-1: Río Zapatlilla a 1500 metros de la carretera panamericana.*
 Procedencia : *Dist. Píllcuyo, Prov. El Collao, Dept. Puno*
 Ubicación UTM : *16°08'00" / 069°34'10"*
 Fecha y hora de muestreo : *06 - abril - 2022 / 07:30 hrs.*
 Presentación : *200 mL aproximadamente, en envase de boro-silicato estéril.*
 Tipo de muestra : *Puntual*
 Muestreado por : *El Cliente*
 Fecha de recepción : *06 - abril - 2022*

III. Resultados Parámetros Microbiológicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACION
		RZ-1: Río Zapatlilla a 1500 metros de la carretera panamericana.
Enumeración de Coliformes fecales (Termotolerantes)	NMP/100 mL (44.5°C)	2.2 x 10 ²

Definición:

* Valor Límite de Detección del Método

NMP : Número Más Probable

MÉTODOS DE ENSAYO:

* Enumeración de Coliformes fecales (Termotolerantes): Método de fermentación de tubos múltiples. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WEF, Part. 9221 E. 11ª Ed. 2005.

NOTAS IMPORTANTES

- * El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- * No deben inferirse a la muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- * En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- * El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.

Juliana, 11 de abril del 2022

Herbert Parí Weira
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 C.B.P. 91687



LABORATORIOS B&C S.A.C.
 Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos
 RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
 INFORME DE ENSAYO N° B109-2022

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **WILBER CALIZAYA JILAJA**
 Dirección : *Jr. San Francisco de Borja Nro 240*
 Tesis : *"Evaluación de la calidad del agua del río Zapetilla para uso de riego de vegetales en el Distrito de Píllayo, Región Puno - 2021"*

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : *Agua Superficial*
 Punto de muestreo : *RZ-2: Río Zapetilla a 3000 metros de la carretera panamericana.*
 Procedencia : *Dist. Píllayo, Prov. El Collao, Dept. Puno*
 Ubicación UTM : *16°07'32" / 069°34'00"*
 Fecha y hora de muestreo : *06 - abril - 2022 / 08:00 hrs.*
 Presentación : *200 mL aproximadamente, en envase de borosilicato estéril.*
 Tipo de muestra : *Puntual*
 Muestreado por : *El Cliente*
 Fecha de recepción : *06 - abril - 2022*

III. Resultados Parámetros Microbiológicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACION
		RZ-2: Río Zapetilla a 3000 metros de la carretera panamericana.
Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes)	NMP/100 mL (44.5°C)	2.1 x 10 ⁶

Donde:
 - MUM: Unidad de Medición del Método
 - NMP: Número Más Probable.

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes). Método de fermentación de tubos múltiples. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA. AWWA. WEF. Part. 9221 E. 21^{ra} ed. 2005

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.

Julaca, 11 de abril del 2022

Ing. Herbert Pari Neira
 JEFE DE LABORATORIO
 CDP. 9867



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241890

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº B110-2022

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **WILBER CALIZAYA JILAJA**
 Dirección : **Jr. San Francisco de Borja Nro 240**
 Tesis : **'Evaluación de la calidad del agua del río Zapatlilla para uso de riego de vegetales en el Distrito de Pícuayo, Región Puno - 2021'**

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : **Agua Superficial**
 Punto de muestreo : **RZ-3: Río Zapatlilla a 4500 metros de la carretera panamericana.**
 Procedencia : **Dist. Pícuayo, Prov. El Collao, Dept. Puno**
 Ubicación UTM : **16°07'20" / 069°33'32"**
 Fecha y hora de muestreo : **06 - abril - 2022 / 08:30 hrs.**
 Presentación : **200 mL aproximadamente, en envase de borosilicato estéril.**
 Tipo de muestra : **Puntual**
 Muestreado por : **El Cliente**
 Fecha de recepción : **06 - abril - 2022**

III. Resultados Parámetros Microbiológicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACIÓN
		RZ-3: Río Zapatlilla a 4500 metros de la carretera panamericana.
Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes)	NMP/100 mL (HAC)	1.7 x 10 ²

Donde:

* MLC: Límite de Detección de Método
 NMP: Números Más Probables

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes) Método de fermentación de tubos múltiples. Método Normalizado para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WEF, Part. 9221 E, 21^{ra} ed. 2005

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueran las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.

Juliaca, 11 de abril del 2022

Ing. Herbert Paul Neira
 JEFE DE LABORATORIO
 C.B.P. 9657



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° B111-2022

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **IMLBER CALIZAYA JILAJA**
 Dirección : **Jr. San Francisco de Borja Nro 240**
 Tesis : **"Evaluación de la calidad del agua del río Zapatlilla para uso de riego de vegetales en el Distrito de Pllucayo, Región Puno - 2021"**

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : **Agua Superficial**
 Punto de muestreo : **RZ-4: Río Zapatlilla a 6000 metros de la carretera panamericana.**
 Procedencia : **Dist. Pllucayo, Prov. El Collao, Dept. Puno**
 Ubicación UTM : **16°07'12" / 069°33'06"**
 Fecha y hora de muestreo : **06 - abril - 2022 / 09:00 hrs.**
 Presentación : **200 mL aproximadamente, en envase de borosilicato estéril.**
 Tipo de muestra : **Puntual**
 Muestreado por : **El Cliente**
 Fecha de recepción : **06 - abril - 2022**

III. Resultados Parámetros Microbiológicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACION
		RZ-4: Río Zapatlilla a 6000 metros de la carretera panamericana.
Enumeración de Coliformes fecales (Termotolerantes)	NMP/100 mL (4.1%)	1,4 x 10 ²

NOTAS:

* Véase Libro de Calibración del Método NMP / Método 9221-01

MÉTODOS DE ENSAYO:

- **Enumeración de Coliformes fecales (Termotolerantes):** Método de fermentación de tubos múltiples. Método Normalizado para el Análisis de Aguas Potables y Residuos APHA. AWWA WEF. Part. 9221 E. 21ª ed. 2005.

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayo tan solo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayo.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayo no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.

Juliaca, 11 de abril del 2022

Dr. Herbert Paul Naim
 JEFE DE LABORATORIO
 C.B.P. 9087



LABORATORIO DE ENSAYO ANALÍTICO
INFORME DE ENSAYO

LAFYMSUR 03-2022

HOJA DE DATOS

Solicitante: WILBER CALIZAYA JILAJA

Dirección legal: Jr San Francisco de Borja 240

Atención: WILBER CALIZAYA JILAJA

Proyecto: Tesis "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ZAPATILLA PARA USO DE RIEGO DE VEGETALES EN EL DISTRITO DE PILCUYO, REGIÓN PUNO-2021"

Número de muestra: 04

Toma de muestras realizado por: Tesista

Cantidad y descripción de la Muestra: 04 Frasco de vidrio de 250ml.

Registro de Muestreo: 03-2022

Fecha de recepción: 18/05/2022

Fecha de ensayo: 18/05/2022

Fecha de Emisión: 24/05/2022

Nombre de la muestra	Tipo de la muestra	Lugar de muestreo	Coordenadas UTM		Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo
RZ - 01	Agua de Río ZAPATILLA	(1500 m de la carretera panamericana sur, Puente) PILCUYO/ILAVE/PUNO	16°08'00"	69°34'10"	18/05/2022	08:30 a.m.
RZ - 02	Agua de Río ZAPATILLA	(3000 m de la carretera panamericana sur) PILCUYO/ILAVE/PUNO	16°07'32"	69°34'00"	18/05/2022	09:00 a.m.
RZ - 03	Agua de Río ZAPATILLA	(4500 m de la carretera panamericana sur) PILCUYO/ILAVE/PUNO	16°07'20"	69°33'32"	18/05/2022	09:30 a.m.
RZ - 04	Agua de Río ZAPATILLA	(6000 m de la carretera panamericana sur) PILCUYO/ILAVE/PUNO	16°07'12"	69°33'06"	18/05/2022	10:00 a.m.

[Firma]
Wilber Calizaya Jilaja
 Ingeniero Químico
 C.P. 144041



LABORATORIO DE ENSAYO ANALÍTICO

INFORME DE ENSAYO

LAFYM-SUR 03-2017

HOJA DE RESULTADOS FISICO QUIMICO

24/05/2022

NOMBRE DE LA MUESTRA	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO
RZ - 01	PH	-	8.5
	TEMPERATURA		8.9
	OD	ppm	4.38
	CONDUCTIVIDAD	us/cm	770
	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	464
	CLORUROS	mg Cl/L	162.9
	SULFATOS	mg SO ₄ /L	198
	NITRATOS	mg/L	0
	BICARBONATOS	ppm	9

Métodos de Referencia

Ph Electrometric Method
 Color Stándar Method for the examination of water and Wastewater APHA AWWA WEF 21 th Edition Part 2120 Pag 2-2 Color : Visual Comparison Method
 Turbidez 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2130 Turbidity B Nephelometric Method Pag 2-13 22ND EDITION
 Part 2340 Hardness C EDTA Titrimetric Method Pag 2-44
 Conductividad 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION, Conductivity Part 2510 B Laboratory Method Pag. 2-54
 Cloruros 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 - Cl Chloride B Argentometric Method Pag. 4-72
 Sulfatos 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 - Sulfate E. Rturbimetric Method 4- 190
 Dureza 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2340 Harness C. EDTA Titrimetric Method Pag. 2-44
 Solidos Totales Disueltos 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2540 B Total Dissolved Solids Dried at 180°C Pag 2-65

[Handwritten Signature]
 Laboratorio Físico-Químico
 N.º 14441



LABORATORIO DE ENSAYO ANALÍTICO

INFORME DE ENSAYO

LAFYM-SUR 03-2017

HOJA DE RESULTADOS FISICO QUIMICO

24/05/2022

NOMBRE DE LA MUESTRA	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO
RZ - 02	PH	-	8.7
	TEMPERATURA		9.6
	OD	ppm	4.20
	CONDUCTIVIDAD	us/cm	740
	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	474
	CLORUROS	mg Cl/L	203.4
	SULFATOS	mg SO ₄ /L	198
	NITRATOS	mg /L	0
	BICARBONATOS	ppm	7

Métodos de Referencia

Ph Electrometric Method
 Color Standard Method for the examination of water and Wastewater APHA AWWA WEF 21 th Edition Part 2120 Pag 2-2 Color : Visual Comparison Method
 Turbidez 2012 Standard Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2130 Turbidity B Nephelometric Method Pag 2-13 22ND EDITION
 Part 2340 Hardness C EDTA Titrimetric Method Pag 2-44
 Conductividad 2012 Standard Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION. Conductivity Part 2510 B Laboratory Method Pag. 2-54
 Cloruros 2012 Standard Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 - Cl Chloride B Argentometric Method Pag. 4-72
 Sulfatos 2012 Standard Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 - Sulfate E. Turbimetric Method 4- 190
 Dureza 2012 Standard Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2340 Hardness C. EDTA Titrimetric Method Pag. 2-44
 Sólidos Totales Disueltos 2012 Standard Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2540 B Total Dissolved Solids Dried at 180°C Pag 2-65

INFORME DE ENSAYO

LAFYM-SUR 03-2017

HOJA DE RESULTADOS FISICO QUIMICO

24/05/2022

	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO
NOMBRE DE LA MUESTRA RZ - 03	PH	-	8.6
	TEMPERATURA		10.2
	OD	ppm	4.35
	CONDUCTIVIDAD	us/cm	780
	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	207
	CLORUROS	mg Cl/L	302.4
	SULFATOS	mg SO ₄ /L	198
	NITRATOS	mg /L	0
	BICARBONATOS	ppm	7

Métodos de Referencia

Ph Electrometric Method
 Color Stándar Method for the examination of water and Wastewater APHA AWWA WEF 21 th Edition Part 2120 Pag 2-2 Color : Visual Comparison Method
 Turbidez 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2130 Turbidity B Nephelometric Method Pag 2-13 22ND EDITION
 Part 2340 Hardness C EDTA Titrimetric Method Pag 2-44
 Conductividad 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION. Conductivity Part 2510 B Laboratory Method Pag. 2-54
 Cloruros 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 - Cl Chloride B Argentometric Method Pag. 4-72
 Sulfatos 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 - Sulfate E. Rturbimetric Method 4- 190
 Dureza 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2340 Harness C. EDTA Titrimetric Method Pag. 2-44
 Solidos Totales Disueltos 2012 Stándar Method for the examination of water and Wastewater 22ND EDITION Part 2540 B Total Dissolved Solids Dried at 180°C Pag 2-65





LABORATORIO DE ENSAYO ANALÍTICO

INFORME DE ENSAYO

LAFYM-SUR 03-2017

HOJA DE RESULTADOS FISICO QUIMICO

24/05/2022

NOMBRE DE LA MUESTRA	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO
RZ - 04	PH	-	8.7
	TEMPERATURA		11.5
	OD	ppm	3.45
	CONDUCTIVIDAD	us/cm	790
	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	ppm	525
	CLORUROS	mg Cl/L	187.2
	SULFATOS	mg SO ₄ /L	198
	NITRATOS	mg /L	0
	BICARBONATOS	ppm	8

Métodos de Referencia

- Ph Electrometric Method
- Color Stándar Method for the examination of wáter and Wastewater APHA AWWA WEF 21 th Edition Part 2120 Pag 2-2 Color : Visual Comparison Method
- Turbidez 2012 Stándar Method for the examination of wáter and Wastewater 22ND EDITION Part 2130 Turbidity B Nephelometric Method Pag 2-13 22ND EDITION
- Part 2340 Hardness C EDTA Titrimetric Method Pag 2-44
- Conductividad 2012 Stándar Method for the examination of wáter and Wastewater 22ND EDITION, Conductivity Part 2510 B Laboratory Method Pag. 2-54
- Cloruros 2012 Stándar Method for the examination of wáter and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 – Cl Chloride B Argentometric Method Pag. 4-72
- Sulfatos 2012 Stándar Method for the examination of wáter and Wastewater 22ND EDITION Part 4500 – Sulfate E , Rturbimetric Method 4- 190
- Dureza 2012 Stándar Method for the examination of wáter and Wastewater 22ND EDITION Part 2340 Harness C. EDTA Titrimetric Method Pag. 2-44
- Solidos Totales Disueltos 2012 Stándar Method for the examination of wáter and Wastewater 22ND EDITION Part 2540 B Total Dissolved Solids Dried at 180°C Pag 2-65



LABORATORIO DE ENSAYO ANALÍTICO

INFORME DE ENSAYO

LAFYMSUR 03-2022

HOJA DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

24/05/2022

NOMBRE DE LA MUESTRA	ENSAYO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCION DEL METODO	RESULTADO
RZ - 01	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	3	1.1x10 ³
RZ - 02	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	3	1.1 x10 ³
RZ - 03	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	3	1.1 x10 ³
RZ - 04	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	3	>=2.4 x10 ³

Métodos de referencias:

Coliformes totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E(1) 22nd Ed.(2012)
 Coliformes fecales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B 22nd Ed.(2012)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del sistema de calidad en la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

B. Villca
 Beatriz Buzora Villca
 Ingeniero Químico
 CIP. 144041

Anexo N° 05: Galería de fotografías de los trabajos realizados durante la investigación.



Figura N° 20: El punto RZ-1: río Zapatilla a 1500 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 21: Materiales y equipos para muestreo de parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Zapatilla.



Figura N° 22: Georreferenciación del punto RZ-1 río Zapatilla a 1500 metros de puente.



Figura N° 23: Recolección de muestra punto RZ-1 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.



Figura N° 24: El punto RZ-2: río Zapatilla a 3000 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 25: Georreferenciación del punto RZ-2 río Zapatilla a 3000 metros de carretera panamericana.



Figura N° 26: Recolección de la muestra punto RZ-2 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.



Figura N° 27: El punto RZ-3: río Zapatilla a 4500 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 28: Georreferenciación del punto RZ-3 río Zapatilla a 4500 metros de carretera panamericana.



Figura N° 29: Recolección de la muestra punto RZ-3 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.



Figura N° 30: El punto RZ-4: río Zapatilla a 6000 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 31: Georreferenciación del punto RZ-4 río Zapatilla a 6000 metros de carretera panamericana.



Figura N° 32: Recolección de la muestra punto RZ-4 del río Zapatilla para análisis en el laboratorio.



Figura N° 33: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-1 en el río Zapatilla a 1500 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 34: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-1 en el río Zapatilla.



Figura N° 35: Recolección de la muestra punto RZ-1 del río Zapatilla temporada estiaje.



Figura N° 36: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-2 en el río Zapatilla a 3000 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 37: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-2 en el río Zapatilla.



Figura N° 38: Recolección de la muestra punto RZ-2 del río Zapatilla temporada estiaje.



Figura N° 39: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-3 en el río Zapatilla a 4500 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 40: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-3 en el río Zapatilla.



Figura N° 41: Recolección de la muestra punto RZ-3 del río Zapatilla temporada estiaje.



Figura N° 42: Presencia de residuos sólidos en las aguas del río Zapatilla.



Figura N° 43: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-4 en el río Zapatilla a 6000 metros de la carretera Panamericana.



Figura N° 44: Medición de los parámetros fisicoquímicos en el punto RZ-4 en el río Zapatilla.



Figura N° 45: Recolección de la muestra punto RZ-4 del río Zapatilla temporada estiaje.



Figura N° 46: Personal de apoyo para el monitoreo de las aguas del río Zapatilla.

Anexo N° 06: Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua Categoría 3 Subcategoría D1: Riego de vegetales.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	5	
Bicarbonatos	mg/L	518	
Cianuro Wad	mg/L	0,1	
Cloruros	mg/L	500	
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)	
Conductividad	(μ S/cm)	2500	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	
Fenoles	mg/L	0,002	
Fluoruros	mg/L	1	
Nitratos (NO ₃ --N) + Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	100	
Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	10	
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	
Sulfatos	mg/L	1000	
Temperatura	°C	$\Delta 3$	
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	

Arsénico	mg/L	0,1
Bario	mg/L	0.7
Berilio	mg/L	0,1
Boro	mg/L	1
Cadmio	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	0,2
Cobalto	mg/L	0.05
Cromo Total	mg/L	0.1
Hierro	mg/L	5
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	**
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0.2
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,02
Zinc	mg/L	2
ORGÁNICO		
Bifenilos Policlorados		
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04
PLAGUICIDAS		
Paratión	µg/L	35
Organoclorados		
Aldrín	µg/L	0,004
Clordano	µg/L	0.006
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0.001
Dieldrín	µg/L	0,5
Endosulfán	µg/L	0,01
Endrin	µg/L	0,004
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01
Lindano	µg/L	4
Carbamato		

Aldicarb	$\mu\text{g/L}$	1	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerante	NMP/100 ml	1000	2000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1000	**
Huevos de Helminos	Huevo/L	1	1

Fuente: Decreto Supremo N°004-2017-MINAM

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de una simple filtración.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Anexo N° 07: Protocolo nacional de monitoreo de recursos hídricos resolución jefatural N°010-2016-ANA.



Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la consolidación del Mar de Grau"

PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES



Lima, enero de 2016

1. INTRODUCCIÓN

La creciente presión sobre los cuerpos naturales de agua originada por las actividades antropogénicas (poblacionales y productivas) puede afectar la calidad de los recursos hídricos, impactando en los ecosistemas acuáticos y comprometiendo la disponibilidad del recurso hídrico, dado que el uso de aguas contaminadas constituye un riesgo para la salud de las personas y para la calidad de los productos agropecuarios, agroindustriales e hidrobiológicos.

Por tal motivo, se hace necesaria la ejecución de acciones de vigilancia y fiscalización de la calidad de los recursos hídricos que permitan evaluar su calidad para planificar e implementar acciones de prevención, mitigación y control de los impactos negativos.

El monitoreo orientado a la evaluación de la calidad de los recursos hídricos conlleva a un diagnóstico de su estado a través de la evaluación de indicadores químico-físicos de la calidad del agua, obtenidos a través de mediciones y observaciones sistemáticas de las variables de las aguas continentales y marino-costeras. Estas mediciones se desarrollan a través de una metodología y procedimientos estandarizados que involucran la toma de muestras de agua con criterios establecidos en el Protocolo de monitoreo. La aplicación de los procedimientos estandarizados en todas las fases del monitoreo de la calidad del agua permite minimizar y eliminar errores y garantizar la generación de datos e información consistente y confiable para determinar la línea de base y las proyecciones de medidas de recuperación y control de la calidad del agua, las cuales permitirán a los diferentes niveles de gobierno tomar decisiones de forma informada y desarrollar los planes de gestión de recursos hídricos y otros instrumentos de gestión hídrica.

La planificación de una gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos permite el uso de agua en cumplimiento de las normas ambientales.



En el marco de sus competencias establecidas en el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por D.S. N.° 006-2010-AG y en cumplimiento del artículo 126.° del D.S. N.° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, dirección de línea de la Autoridad Nacional del Agua, elabora el **Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales**.

El presente documento sustituye el *Protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial*, publicado en el año 2011; después de cuatro años de aplicación del protocolo, se ha considerado conveniente actualizar y complementar las metodologías establecidas integrando las mejores prácticas desarrolladas en las actividades de monitoreo de la Autoridad, las normas internacionales en su última actualización y estableciendo mayores precisiones para el monitoreo de las aguas marino-costeras, lagos y lagunas.

2. OBJETIVO

Estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino-costeros considerando el diseño de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del desarrollo del monitoreo-



3. BASE LEGAL

- Ley N.º 29338, Ley de Recursos Hídricos
- Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente
- Decreto Legislativo N.º 1147, Decreto Legislativo que Regula el Fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en las Competencias de la Autoridad Marítima Nacional – Dirección General de Capitanías y Guardacostas
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA – Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, Perú
- Resolución Jefatural N° 489 -2010-ANA; modifica el anexo N.º 1 de la Resolución Jefatural N.º 202-2010-ANA referente a la clasificación de los cuerpos de agua marino-costeros, Perú
- Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA – Aprobación del nuevo Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimientos y Reúso de Aguas Residuales Tratadas, Perú
- Resolución Jefatural N° 139-2014-ANA; aprueba la clasificación del cuerpo de agua marino-costero ubicado frente a los distritos de Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, provincia y departamento de Lima, Perú
- Resolución Jefatural N° 203-2014-ANA; aprueba la clasificación del cuerpo de agua marino-costero ubicado frente al distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, Perú

Ministerio de Energía y Minas

- Resolución Directoral N.º 004-94-EM/DGAA, *Guía de monitoreo de agua y aire para la actividad minero-metalúrgica*, publicada por el Ministerio de Energía y Minas, Perú

Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales

- Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI, aprueba el Protocolo del Monitoreo de Efluentes Líquidos del sector Industria, Perú



Ministerio de Agricultura

- Decreto Supremo N.º 001-2010-AG, aprueba el Reglamento de la Ley N.º 29338, Ley de Recursos Hídricos, Perú
- Decreto Supremo N° 006-2010-AG, aprueba el *Reglamento de organización y funciones de la autoridad nacional del agua - ANA*, Perú

Ministerio del Ambiente

- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM - Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Perú
- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, Perú
- Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM - Aprueban límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas, Perú
- Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM – Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación, Perú

Ministerio de la Producción

- Resolución Ministerial N° 003-2002-PE, aprueba el Protocolo para el monitoreo de efluentes para la actividad pesquera de consumo humano indirecto y del cuerpo marino receptor, Perú
- Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE - Límites máximos permisibles (LMP) para la industria de harina y aceite de pescado y normas complementarias, Perú



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

- Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, aprueba el Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales – PTAR, Perú

4. ALCANCE Y APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

El presente *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales* es de uso obligatorio a nivel nacional para el monitoreo de la calidad ambiental del agua de los cuerpos de agua tanto continentales (ríos, quebradas, lagos, lagunas, entre otras) como marino-costeros (bahías, playas, estuarios, manglares, entre otros) en cumplimiento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N.° 29338, su Reglamento y demás normas de calidad del agua.

El Protocolo tiene las siguientes aplicaciones:

1. El capítulo 5: "Monitoreo de la calidad del cuerpo receptor de vertimientos autorizados" establece los criterios para el monitoreo de la calidad del cuerpo receptor sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua a aplicarse por los titulares de autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas a cuerpos naturales de agua.
2. El Capítulo 6: "Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales" establece los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad del agua realizadas tanto por la Autoridad Nacional del Agua como por otras entidades.

5. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL CUERPO RECEPTOR DE VERTIMIENTOS AUTORIZADOS



Este capítulo establece los criterios de cumplimiento obligatorio para el monitoreo de la calidad del cuerpo receptor de vertimientos autorizados, el diseño del programa de monitoreo en el Instrumento de Gestión Ambiental (IGA), la verificación de su cumplimiento y el monitoreo del impacto del vertimiento autorizado de agua residual tratada en el cuerpo receptor.

Asimismo, los criterios establecidos serán aplicables, en lo que corresponde, a la evaluación del impacto ambiental de vertimientos de aguas residuales realizados sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua.

5.1. Ubicación de los puntos de control de la calidad del cuerpo receptor de un vertimiento de aguas residuales

En la elaboración y evaluación de los Instrumentos de Gestión Ambiental, se tomarán en cuenta los siguientes criterios para la ubicación de los puntos de control en cuerpos de agua lóticos (ríos o similares) (capítulo 5.1.1), lénticos (lagos y similares) (capítulo 5.1.2) y marino-costeros (capítulo 5.1.3).

Los puntos de control establecidos en la autorización de vertimiento deben ser concordantes con lo señalado en el instrumento de gestión ambiental según las exigencias de las diferentes entidades de fiscalización ambiental (sector ambiental competente, Digesa, ANA, etc.) para evitar sobrecostos por duplicidad de monitoreos.



5.1.1. En cuerpo de agua lóxico

Los puntos de control en el cuerpo receptor lóxico se ubican fuera de la zona de mezcla¹: un punto aguas arriba a una distancia de 50 metros del vertimiento y un punto de aguas abajo a una distancia de 200 metros en la misma orilla donde se realiza el vertimiento.

La distancia de 50 m del punto de control aguas arriba del vertimiento corresponde a una distancia referencial; la ubicación exacta dependerá de las condiciones naturales del cauce del río o quebrada en lo referente a su forma, turbulencias y obstáculos para el respectivo muestreo, por lo que no necesariamente sería la distancia de 50 m; por ejemplo, pueden ser 20 o 30 m aguas arriba del vertimiento. Asimismo, cuando exista un cuerpo natural de agua que tribute al cuerpo receptor, otros usos de agua u otros vertimientos de aguas residuales aguas arriba del vertimiento a distancias menores de 50 metros, el punto de control será ubicado aguas abajo de estos.

Sin embargo, para los siguientes casos los puntos de control serán ubicados a distancias mayores:

- Cuando el Instrumento de Gestión Ambiental compruebe mediante la metodología simplificada publicada por la USEPA² y otra metodología debidamente sustentada que la extensión de la zona de mezcla es mayor a 200 metros, el punto de control aguas abajo será ubicado en el límite de la zona de mezcla calculada.
- Cuando los puntos determinados según los criterios anteriores no son representativos³ o accesibles en condiciones seguras, los puntos de control aguas arriba y/o aguas abajo serán ubicados en los sitios representativos⁴ de acceso seguro más cercanos a aquellos. Para el caso de los puntos de control aguas abajo, serán ubicados preferentemente fuera de la zona de mezcla.
- Cuando el mismo proyecto realice varios vertimientos al mismo cuerpo receptor, se podrán establecer dos puntos de control aguas arriba y aguas debajo de los vertimientos en el límite del área de influencia directa solamente, los cuales constituyen los puntos de control de todos los



¹ Véase el Decreto Supremo N.º 023-2009-MINAM, artículo 5.º. Implementación del ECA para Agua y la Zona de Mezcla: "En aquellos cuerpos de agua utilizados para recibir vertimientos de efluentes, la Autoridad Nacional del Agua deberá verificar el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, considerando como referente la categoría asignada para el cuerpo de agua".

² Metodología simplificada de la USEPA (1995):

$$L_{zdm} = \frac{w^2 u}{f \pi c d \sqrt{(g d s)}}$$

- L_{zdm} es la extensión de la zona de mezcla aguas abajo del vertimiento (m).
- W es el ancho promedio del cuerpo de agua (m).
- u es la velocidad de flujo promedio del río en la ubicación del vertimiento (m/s).
- f es un factor que considera la ubicación del vertimiento: $f = 2$ para un vertimiento en la orilla; $f = 8$ para un vertimiento en el centro del río/quebrada.
- c es el factor de irregularidad del cauce observada en campo:
 - $c = 0,1$ para ríos rectos con cauce rectangular
 - $c = 0,3$ para ríos canalizados
 - $c = 0,6$ para cauces naturales con serpentear moderado
 - $c = 1,0$ para cauces naturales con serpentear significativo
 - $c = 1,3$ para ríos con cambios de dirección bruscos de 90° o mayor
- d es la profundidad media del río aguas abajo del vertimiento (m).
- g es la aceleración por gravedad = $9,80665 \text{ m/s}^2$
- s es la pendiente del cauce aguas abajo del vertimiento (m/m), determinada con base en el mapa topográfico o medición en campo con GPS.

³ Evitar zonas de embalse o turbulencia.

⁴ Ubicar el punto de monitoreo en el lugar donde el cuerpo natural de agua presente un cauce regular y uniforme.

vertimientos. Esto permitirá la evaluación de todos los impactos potenciales del proyecto en la calidad de los recursos hídricos incluyendo los impactos de los vertimientos de aguas residuales tratadas.

Si aguas abajo del vertimiento existieran usos del agua⁵ u otros vertimientos de aguas residuales realizados por terceros, el punto de control en todos los casos deberá ser ubicado aguas arriba de estos.

5.1.2. En cuerpo de agua léntico

Los puntos de control en el cuerpo receptor léntico se ubican fuera de la zona de mezcla. Se considerarán por lo menos cuatro (04) puntos de control en las diferentes direcciones alrededor y a una distancia de 200 metros del dispositivo de descarga.

Sin embargo, los puntos de control serán establecidos en distancias mayores cuando el Instrumento de Gestión Ambiental compruebe mediante modelo numérico⁶ u otra metodología debidamente sustentada que la extensión de la zona de mezcla es mayor que 200 metros. Asimismo, cuando los puntos determinados según los criterios anteriores no son accesibles en condiciones seguras, serán ubicados en el sitio de acceso seguro más cercano.

En caso de lagos y lagunas donde no existen vertimientos de aguas residuales o usos del agua⁵, se podrán establecer mínimamente dos (02) puntos, preferentemente en la entrada y en la salida de la laguna.

Sin embargo, se puede establecer mínimamente un punto de control si el Instrumento de Gestión Ambiental indica la batimetría en el punto de vertimiento, el caudal de descarga máxima, la temperatura y la conductividad eléctrica de las aguas residuales tratadas, el perfil de la temperatura y la conductividad eléctrica de las aguas naturales y el diseño del dispositivo de descarga y determine la extensión de la zona de mezcla mediante un modelo numérico u otra metodología debidamente sustentada⁶. En tal caso, el punto de control será establecido en el límite de la zona de mezcla donde esta alcance su extensión máxima.

Si en la proximidad del vertimiento existieran usos de agua⁵ u otros vertimientos autorizados, el punto de control en todo caso debe ser ubicado entre el punto de vertimiento y el uso de otro vertimiento.

Las muestras se toman en las siguientes profundidades:

- En la superficie;
- En caso de puntos con más de 5 metros de profundidad, adicionalmente en el fondo a 50 cm del sustrato;
- En caso de puntos con más de 10 metros de profundidad, adicionalmente a la mitad de la columna de agua.



⁵ Usos del agua son tomas de agua para uso poblacional, agrícola, ganadero, industrial, acuícola y otros, zonas de uso primario (preparación de alimentos, consumo directo, aseo personal, uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales), zonas de uso recreativo de contacto primario (actividades como natación, canotaje o similares), zonas de extracción de especies hidrobiológicas para el consumo humano directo y zonas utilizadas para bebida de animales.

⁶ *Software* reconocido por una institución internacional de derecho público. Se recomiendan los modelos de simulación auspiciados por el Centro de Modelamiento para la Evaluación de la Exposición (*Center for Exposure Assessment Modeling* [CEAM]) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA), como el *software* libre Visual Plumes (USEPA, 2003).



los puntos de control de los parámetros microbiológicos serán establecidos en el límite de las zonas sensibles¹⁰ potencialmente afectadas por el vertimiento de aguas residuales de acuerdo con la evaluación técnica-ambiental realizada en el Instrumento de Gestión Ambiental. En estos puntos, las muestras de agua serán tomadas en la superficie.

El presente Protocolo no es aplicable para los vertimientos de aguas residuales provenientes de plataformas de perforación.

5.1.4. Identificación de los puntos de monitoreo y/o control en el cuerpo receptor

El punto de control debe ser identificado de manera que permita su ubicación exacta antes de la toma de la muestra. En la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

Asimismo, deberán registrarse puntos de referencia en la proximidad del punto de monitoreo, tales como puentes, kilometraje vial, localidad u otro elemento que permitan su ubicación rápida en campo. En el caso de los puntos de monitoreo y/o control en cuerpos de agua lénticos o marino-costeros, será útil indicar por lo menos dos puntos de referencia de la costa que permitan la localización del punto en campo, así como señalar el punto con una boya u otra señal¹¹ que permita su identificación por otras personas.

5.2. Frecuencia de monitoreo de la calidad del cuerpo receptor de un vertimiento de aguas residuales tratadas

El monitoreo de la calidad del cuerpo receptor y del agua residual tratada es realizado en las mismas fechas y la frecuencia del monitoreo de la calidad del cuerpo receptor será igual a la frecuencia establecida por las normas ambientales sectoriales vigentes para el control de la calidad de las aguas residuales tratadas. (Véase el anexo VI).

En el caso de los vertimientos no considerados en la norma ambiental sectorial se considerará la frecuencia establecida en dicha norma solo para establecer la fecha y la frecuencia del monitoreo de la calidad del cuerpo receptor.

5.3. Parámetros de control en función de la actividad generadora de las aguas residuales

Cuadro 1. Programa analítico para el control de la calidad del agua natural de un cuerpo receptor en función de la actividad generadora de las aguas residuales y de la categoría ECA-Agua del cuerpo receptor.

Actividad generadora	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos	Categoría 4 Ecosistemas marino-costeros
Doméstica y municipal	pH, T, AyG, C. term., DBO ₅ , DQO, P(L) Adicionalmente para aguas residuales cloradas, se medirán	pH, T, AyG, C.term., DBO ₅ , SST	pH, T, AyG, C.term., DBO ₅ , DQO	pH, T, AyG, C.term., DBO ₅ , SST, P(L), N _{tot} (L)	pH, T, AyG, C.term., DBO ₅ , SST

¹⁰ En el caso de áreas acuáticas usadas para actividades recreativas (playas), los puntos de control de los parámetros microbiológicos serán ubicados fuera de la zona de rompiente de olas para garantizar la toma de muestra en condiciones seguras. Por lo tanto, su distancia de la orilla puede variar según las condiciones oceanográficas el día de la toma de muestra.

¹¹ Se recomienda utilizar materiales reciclados como botellas o bidones de plástico para evitar pérdidas por robo.



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

plomo, (R) parámetro requerido solamente en caso de refinerías FCC, (S) sulfuros, (SST) sólidos suspendidos totales, (T) temperatura en grados Celsius, (Zn) zinc, e (IGA) Instrumento de Gestión Ambiental.

En caso de aprobarse, posteriormente a la publicación del presente Protocolo, los **límites máximos permisibles** para parámetros no considerados en la cuadro precedente o para actividades no contempladas, el programa de monitoreo deberá adecuarse según las disposiciones y los plazos establecidos por la autoridad ambiental competente. En tal caso, se incorporarán dichos parámetros también en el programa analítico para el control de la calidad del agua del cuerpo receptor, siempre que en la categoría correspondiente al cuerpo natural de agua se haya establecido el respectivo Estándar de Calidad Ambiental para Agua o la autoridad ambiental sectorial lo estime pertinente. Asimismo, ante actualizaciones o modificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (categorías y/o parámetros), se revisará y de ser necesario actualizará el cuadro 1.

5.4. Toma, conservación, preservación y análisis de las muestras de agua

La toma de muestra de agua natural deberá ser realizada en los puntos de control y a la profundidad establecidos en la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas en concordancia con lo señalado en el Instrumento de Gestión Ambiental y de acuerdo con las disposiciones establecidas en el presente Protocolo.

En caso las condiciones climáticas (tormentas, lluvias o nevadas) u oceanográficas (braveza del mar) no permitan la toma de muestra en condiciones seguras, se prescindirá de realizar el monitoreo en el cuerpo receptor, lo que deberá ser debidamente sustentado.

El tipo de recipiente, las condiciones de preservación y el tiempo máximo de almacenamiento de las muestras de agua debe ser concordante con lo indicado en el anexo VII. El análisis deberá ser realizado por un laboratorio acreditado. (Véase el glosario).

5.5. Remisión de los reportes de monitoreo

Los resultados del monitoreo deberán ser sistematizados según el formato publicado en la página web de la Autoridad Nacional del Agua y reportados por vía digital junto con sus respectivos informes de ensayo escaneados en un plazo no mayor de 15 días calendarios después de finalizado el trimestre de evaluación.

La información resultante de la presentación de los reportes de monitoreo será de acceso para las instituciones con competencia en evaluación ambiental de las actividades del sector correspondiente.

6. MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

El capítulo 6 establece los criterios generales para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, que considera desde la logística mínima necesaria, planificación, ejecución e informe técnico, cuyo contenido deberá ser de aplicación y referente obligatorio para la Autoridad Nacional del Agua y otros que pudieran desarrollar similar actividad.

6.1. Recursos humanos

El monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberá ser realizado por un equipo de personas con conocimiento sobre la toma de muestras, preservación, transporte y todos los puntos tomados en el presente Protocolo. Asimismo, deberán conocer la zona de muestreo y los lugares de acceso. El equipo deberá contar como mínimo con dos (02) personas, a fin de que se realice una distribución homogénea de las actividades en campo.



6.2. Recursos económicos

La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos:

- Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, alquiler de camioneta
- Viáticos por cada recurso humano
- Envío de muestras: por *courier*
- Análisis de las muestras por cada parámetro evaluado
- Alquiler de equipo de monitoreo
- Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.

6.3. Tipos de muestras de agua

Las muestras de agua pueden clasificarse en los siguientes tipos:

a. Muestra simple o puntual

A esta muestra también se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.

Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de áreas sustanciales, puede decirse que la muestra simple es representativa de un intervalo de tiempo o un volumen más extenso. En tales circunstancias, las características de un cuerpo de agua pueden estar adecuadamente representadas por muestras simples, como en el caso de aguas de suministro, aguas subterráneas, algunos casos de aguas superficiales y de manera extraordinaria en algunas corrientes de aguas residuales.

b. Muestra compuesta

Es el resultado de la mezcla homogenizada de varias muestras simples colectadas durante un periodo determinado según proporciones concretas. Pueden ser de volumen fijo o de volumen proporcional, dependiendo del intervalo del muestreo y el volumen de cada muestra simple que lo conforma.

Este tipo de muestras se emplea cuando se requieren conocer las condiciones promedio en un determinado periodo. Son generalmente usadas para la caracterización de aguas residuales.

La muestra compuesta de volumen fijo se compone mezclando en un mismo recipiente las alícuotas de igual volumen. La muestra compuesta de volumen proporcional, aplicado principalmente para ríos o quebradas de bajo caudal y de alta variabilidad, se compone tomando y mezclando en un mismo recipiente un volumen (alícuota) de muestra que se calcula de la siguiente forma:

$$V_i = \frac{V \times Q_i}{n \times Q_p}$$

Donde:

V_i : Volumen de cada alícuota o porción de muestra

V : Volumen total a componer

Q_i : Caudal instantáneo medido en el momento de toma de muestra

Q_p : Caudal promedio durante el muestreo

n : Número de muestras tomadas



Se recomienda exceder el volumen de muestra total a componer en un 20 % a fin de suplir pérdidas o derrames durante la manipulación.

c. Muestra integrada

Consiste en la homogenización de muestras puntuales tomadas en diferentes puntos simultáneamente, con la finalidad conocer las condiciones de calidad de agua promedio en los cuerpos de agua.

Dentro de esta clasificación, se ubican las muestras integradas de área que comprenden varias muestras simples tomadas en varios puntos de una determinada área acuática (ancho de un río) y las muestras integradas de profundidad, que abarcan muestras simples o compuestas tomadas a lo largo de la columna de agua.

El primer caso mide el ancho del río y se divide en cuatro secciones iguales. Se toman muestras a 1/4, 1/2 y 3/4 de la sección transversal del río. Posteriormente, se homogenizan partes iguales de cada muestra obtenida.

Para la toma de las muestras integradas en cuerpos de agua profundos, se pueden realizar muestreos puntuales a diferentes profundidades o de todo el segmento de la columna de agua utilizando una manguera muestreadora. (Véase el ítem 6.15).

6.4. Planificación del monitoreo

La planificación del monitoreo se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas (Ej. Google Earth), los parámetros a evaluar en cada punto de monitoreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística a utilizar para el traslado del equipo de trabajo y para el análisis de las muestras.

Gráfico 1. Actividades realizadas en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales



PREMONITOREO	MONITOREO	POSTMONITOREO
<ul style="list-style-type: none"> Planificación del Monitoreo Establecimiento de la red de puntos de monitoreo Codificación del punto de muestreo Frecuencia de Monitoreo Parámetros recomendados a evaluar en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección Seguridad en el trabajo de campo 	<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento del entorno Rotulado y Etiquetado Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino costeros Georeferenciación del punto de monitoreo Medición de los parámetros de campo Toma de muestra Preservación Llenado de la cadena de custodia Transporte de las muestras Aseguramiento de la calidad de los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de las muestras por el laboratorio acreditado por la INACAL. Procesamiento y revisión de datos de los análisis. Elaboración del Informe técnico del monitoreo

6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Para ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realizan a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth Pro, entre otras.

6.5.1. Cuenca e intercuenca

Para el caso de una cuenca hidrográfica e intercuenca, el mapa debe contar con la delimitación de las unidades hidrográficas, ríos, lagos y lagunas, ubicación de infraestructura hidráulica (bocatomas, túneles, embalses), centros poblados y zonas urbanas, red vial, áreas naturales protegidas, pasivos mineros y/o hidrocarburíferos, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminantes puntuales y difusas provenientes de las actividades mineras, industriales, acuícola, agrícola, ganadera, etc. y toda información concerniente al área de evaluación. La ubicación de los puntos de monitoreo deberán incluir los siguientes aspectos:

- En la naciente del recurso hídrico, la cual se ubica generalmente en la cabecera de cuenca donde nacen los ríos, que servirá como punto de referencia o "blanco".
- En el estuario o zona de la desembocadura del río al mar.
- Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal.
- Un punto de monitoreo por debajo de fuentes contaminante puntuales y difusas. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.
- Aguas abajo de la salida de embalses y lagunas.
- En zonas de protección tales como reservas, parques naturales, etc.
- En caso se cuente con una red de estaciones hidrométricas en la cuenca materia de evaluación, se recomienda que el punto de monitoreo de calidad de agua se ubique cerca a dicha estación hidrométrica para que se pueda contar con la medición simultánea del caudal.

El lugar establecido para la toma de la muestra de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.

Se debe precisar que el muestreo debe iniciarse desde los puntos ubicados en la parte alta de la cuenca o intercuenca.

6.5.2. Lagos, lagunas, embalses

En recursos hídricos lénticos, el mapa deberá considerar la integración de la siguiente información en mapas cartográficos: desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarburíferos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo, debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zona de pesca, recreación, acuicultura, etc.) o en zonas de importancia particular, como puntos



- de toma de agua para uso poblacional, zonas de desove o crianza de peces, zonas de ingresos de afluentes, zonas de descarga, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
 - En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
 - Para recursos hídricos con profundidades mayores a 6 metros, considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a 1 metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.

6.5.3. Mar

Para la ubicación de los puntos de monitoreo en la zona marina, se debe integrar en un mapa cartográfico la siguiente información: delimitación del cuerpo de agua marino-costero, desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarbúricos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zonas de pesca, áreas de concesión para la maricultura y bancos naturales de moluscos bivalvos, desove o crianza de peces, recreación, balnearios, acuicultura, etc.).
- En zonas de importancia particular como puntos de toma de agua para uso poblacional, desalinización, zonas de descarga de ríos, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
- En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
- Se debe considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a un metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.



6.5.4. Codificación del punto de muestreo

El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

Asimismo, deberán registrarse puntos de referencia en la proximidad del punto de monitoreo, tales como puentes, kilometraje vial, localidad u otro elemento que permita la ubicación rápida en campo.

En el caso de puntos de muestreo en cuerpos de agua lénticos o marino costeros, es útil indicar por lo menos dos puntos de referencia en la costa que permitan la identificación del punto en el campo.

Toda la información relativa al punto de monitoreo será registrada en el formato del anexo IV: *Formato de identificación del punto de monitoreo.*



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Todos los puntos de muestreo establecidos por la Autoridad Nacional del Agua en el marco de las actividades de Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberán poseer un código que será determinado según el siguiente detalle.

El código de cada punto de muestreo ubicado en cuerpos naturales de agua continental estará conformado por los siguientes elementos:

[Sigla del tipo de cuerpo de agua] [Sigla del nombre del cuerpo de agua] [Numeración continua]

- Sigla del tipo del cuerpo de agua

R	→	Río
Q	→	Quebrada
C	→	Cocha
F	→	Manantial
L	→	Laguna natural o artificial, lago
E	→	Embalse o represa
H	→	Humedal, bofedal
M	→	Mar
B	→	Bahía
G	→	Estuario, manglar o marisma
- Sigla del nombre del cuerpo natural de agua: compuesta por las cuatro (04) letras iniciales del nombre del cuerpo de agua. Para nombres compuestos se utiliza la primera letra de la primera palabra y las primeras tres (03) letras de la segunda palabra; por ejemplo Santa Bárbara: SBar.
- Numeración continua: los números se asignan en orden creciente y se inicia en la parte más alta de la cuenca (cabecera o nacimiento) con el número 1 y se aumenta la numeración hasta su desembocadura del río al mar.

Como ejemplo: si a una red de monitoreo está constituida por 21 puntos y se desea agregarle un punto adicional, el nuevo punto de monitoreo va a recibir el número siguiente al último punto de monitoreo asignado, es decir, será el punto 22. Si se elimina un punto de monitoreo de una red, el número de este punto no deberá ser "reciclado" o "reasignado" para un nuevo punto de monitoreo.



Gráfico 2. Cuenca del río Moche, mostrando la red de puntos de monitoreo.



Fuente ANA: I.T. N° 041-2014-ANA-DGCRH/GOCRH



6.6. Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales en la calidad del recurso hídrico que ocurren en determinados periodos, los cuales pueden estar influenciados por:

- Estacionalidad de la cuenca (épocas de avenida, transición y de estiaje)
- Variabilidad de las corrientes marinas
- La variabilidad del proceso productivo de las actividades industriales
- La estacionalidad de la actividad de pesca industrial
- La ocurrencia de eventos extraordinarios (huaycos, accidentes, derrame de sustancias peligrosas, floración de algas, etc.)
- Ocurrencia de enfermedades endémicas y/o epidemias

6.7. Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

En el cuadro 2, se presentan los parámetros mínimos a considerar de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por la ANA a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por el MINAM (D.S. N.º 015-2015-MINAM).

Cuadro 2. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.



Parámetros	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos	Categoría 4 Ecosistemas marino-costeros
Parámetros de campo	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD
Parámetros químico-físicos	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, N-NO ₃ , P, sulfuros, metales (As, B, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , sulfatos, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, N _{tot} , N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn), sulfuros	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn)
Parámetros microbiológicos	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Organismo de vida libre	Coliformes termotolerantes,	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Huevos y larvas de helmintos,	Coliformes termo tolerantes	

Elaboración propia

Lo anterior no exime la posibilidad de adicionar parámetros de evaluación en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales según el objetivo propuesto, además podrá considerar los siguientes factores:

- Tipología de las fuentes de contaminación: extractivas, productivas, poblacionales, agrícolas, ganaderas
- Materiales y sustancias químicas usadas en las actividades específicas
- Productos de reacción o degradación de las materias primas
- Naturaleza geológica de la cuenca hidrográfica
- Anormalidades biológicas o químicas
- Clasificación de los recursos hídricos



6.8. Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección

Para ejecutar un monitoreo de manera efectiva, se deberán preparar con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH, conductividad, formatos (fichas de registro de campo y cadenas de custodia) de acuerdo con la necesidad u objetivo del monitoreo. Asimismo, se deberá contar con todos los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados descritos en el cuadro 2.

Cuadro 3. Materiales y equipos necesarios para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Medios de transporte	Vehículo para transporte terrestre (camioneta) y acuático (embarcación, zodiac, lancha) ¹
Materiales	Cooler grandes y pequeños, frascos de plásticos y vidrio ² , baldes de plástico transparente de primer uso y limpios (4-20 litros de volumen), guantes descartables ³ , mascarillas ³ , pizetas, refrigerantes
Equipos	GPS, correntómetro, multiparámetro ⁴ , cámara fotográfica, botellas hidrográficas, brazo muestreador
Soluciones y reactivos	Agua destilada, preservantes ² , soluciones estándar (pH, conductividad, etc.)
Formatos	Etiquetas (anexo II), ficha de datos de campo (anexo I), cadena de custodia (anexo III)
Permisos	Recursos hídricos marinos y lacustres: DICAPI Embalses: operador hidráulico Otros permisos en caso se requieran en la zona de intervención
Material cartográfico	Mapa hidrográfico o marino según corresponde
Indumentaria de protección	Zapatos de seguridad, botas de jebe cortas, botas de jebe musleras, vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (pantalón, polo o camisa de manga larga, casaca, chaleco), lentes, casco, gorra, ponchos impermeables, arnés, chaleco salvavidas
Otros	Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, papel secante, libreta de campo, soga, cinta métrica, linterna de mano, pizarra acrílica o tablero

Elaboración propia

Dónde:

- 1: Deben cumplir condiciones de seguridad para el transporte del personal, equipos y materiales establecidos en la ficha de seguridad de la embarcación, este último es obligatorio para el monitoreo de los cuerpos de agua marinos.
- 2: Frascos de primer uso cuyo volumen y características serán determinados por el parámetro a evaluar (anexo VII)
- 3: Los frascos deberán ser únicos por cada punto de monitoreo.
- 4: Se deberá verificar la calibración de los sensores de pH, OD y conductividad dentro de las 24 horas antes del muestreo. El sensor de oxígeno disuelto debe calibrarse entre muestreo y muestreo si existe una diferencia significativa en altitud.

6.9. Seguridad en el trabajo de campo

El amplio rango de condiciones encontradas en los muestreos de cuerpos de agua puede someter al personal de campo a una variedad de riesgos para la seguridad y la salud. Con la finalidad de prevenir daños personales y de los materiales y/o equipos durante el desarrollo del monitoreo, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal que desarrolla el trabajo de campo (monitoreo) debe contar con la indumentaria y el equipo de protección personal (EPP) necesario para la ejecución de la actividad.



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

- La ubicación del punto de monitoreo deberá ser seleccionado de tal modo que esté garantizado el acceso y la toma de muestra de agua en condiciones seguras.
- Evitar el ingreso a ríos caudalosos y/o profundos para la toma de muestras. Se recomienda colectar las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado de una soguilla, pero que conserve las medidas de seguridad. La persona que toma la muestra debe ser asegurada con arnés y una soga anclada a una estructura sólida.
- En cuerpos de aguas navegables y marino-costeros, se deben utilizar chalecos salvavidas.
- En caso de presentarse lluvias torrenciales y permanentes, se debe paralizar el monitoreo por la seguridad del personal y la protección de los materiales y/o equipos.
- El personal de campo deberá contar con seguro complementario de trabajo de riesgo (SCTR).
- Se debe contar en todo momento con un botiquín de primeros auxilios, linterna, radio de comunicación, entre otros.

6.10. Reconocimiento del entorno

En el lugar de muestreo se deberá realizar el reconocimiento del entorno e indicar en el ítem Observaciones de la ficha de campo (**anexo I**) las características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

6.11. Rotulado y etiquetado

Los recipientes se deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo debe contener los siguientes datos (anexo II):

- Nombre del solicitante
- Código del punto de muestreo
- Tipo de cuerpo de agua (agua continental o marina)
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Tipo de análisis requerido
- Preservación y tipo de reactivo (si lo requiere)

Se recomienda cubrir la etiqueta con cinta transparente a fin de protegerla de la humedad. El etiquetado deberá ser realizado antes de la toma de muestras.

6.12. Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino-costeras

6.12.1. Condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas continentales

Medición del caudal

Los caudales de los ríos o quebradas pueden ser estimados utilizando un medidor de velocidad (correntómetro) para determinar la velocidad superficial del agua y luego mediante la medición del área transversal del curso de agua.

La dificultad para medir el flujo de agua radica principalmente en la medición del área transversal debido a la poca homogeneidad del cauce, presencia de piedras, profundidad y turbulencia. Sin embargo, es posible hacer una aproximación al caudal real a través de las siguientes recomendaciones:





lo suficientemente cortos para descubrir su trayectoria y velocidades. Los flotadores son lanzados al mar dentro del área de estudio y recorrerán una trayectoria dirigida por la corriente superficial predominante en el lugar. Los datos obtenidos son transferidos a una hoja de ploteo o un sistema de información geográfica donde se calcula la dirección y la velocidad de los flotadores en forma gráfica.

El método lagrangiano es utilizado particularmente para determinar el movimiento del agua de mar desde un punto específico hasta áreas de interés, como por ejemplo en estudios para la ubicación óptima de un emisor submarino de aguas residuales domésticas, ya que permite conocer las probables trayectorias de las aguas residuales desde el vertimiento hasta zonas sensibles a la contaminación, como áreas de acuicultura o de actividades recreativas, y estimar las probables densidades de coliformes en estas zonas considerando el decaimiento natural de los patógenos en el mar. Otra aplicación es el estudio de la causalidad entre la contaminación del recurso hídrico en una zona específica y una fuente de contaminación, dado que el método permite identificar las trayectorias de contaminantes vertidos al mar. Asimismo, el método podrá aplicarse para determinar el punto óptimo para la toma de muestra en el monitoreo del impacto de un vertimiento de aguas residuales.

Como flotadores se pueden emplear objetos tan sencillos como botellas o cubetas parcialmente llenas de agua, a las cuales se les coloca un GPS o se sigue visualmente determinando su posición geográfica manualmente, con el fin de poder obtener la trayectoria de la corriente en un intervalo de tiempo. Sin embargo, este tipo de objetos es afectado por el viento y el oleaje, lo cual influye en el vector resultante de dirección. Por ello, es recomendable emplear flotadores en forma de cruceta o derivadores pasivos.

- Los paneles de los flotadores en forma de cruceta quedan situados por debajo de la superficie del agua, lo que disminuye el arrastre por viento y aumenta el arrastre debido a las corrientes marinas.
- Los derivadores pasivos se constituyen en un elemento flotante y un elemento sumergido a una determinada profundidad, dentro de esta categoría se ubican el paracaídas o flotador con vela de arrastre. El elemento derivador es sumergido a la profundidad deseada y conectado por medio de un cable a una boya en la superficie. Monitoreando la trayectoria de la boya se obtiene la trayectoria lagrangiana del fluido en la profundidad del elemento derivado.

Actualmente, existen varios modelos de derivadores, algunos manejados de manera comercial, que además de contar con sistema GPS, están integrados con otros sensores tales como CTD (conductividad, temperatura y profundidad) o de salinidad.



6.13. Georreferenciación del punto de monitoreo

Una vez ubicados en el sitio de muestreo, se deberá identificar el punto de monitoreo utilizando la información registrada en la *Ficha de identificación del punto de monitoreo* (véase el anexo IV). Para una identificación inequívoca del punto de monitoreo, deberán confirmarse las coordenadas utilizando un equipo de GPS.

6.14. Medición de los parámetros de campo

Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. Para la medición de parámetros en campo se recomienda lo siguiente:



- En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
- Medir los parámetros oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura (como mínimo), la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas de medidas entre dos muestras, es necesario calibrar el equipo.
- Las mediciones deberán registrarse en la *Ficha de registro de datos de campo* (véase el anexo I).
- Se deberán limpiar los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso y, adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada/desionizada, sin causar daños internos que puedan alterar las características de los diferentes componentes. Es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para efectuar la limpieza de los equipos que lo requieran.

6.15. Procedimiento para la toma de muestras

Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos o los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras.

a. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal

Es aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río. Se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.

Procedimiento:

- (a.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebes y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (a.2). Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- (a.3). Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento. Seguir los procedimientos indicados en el ítem 6.14 y registrar las mediciones en la *Ficha de registro de datos de campo* (anexo I).
- (a.4). Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (a.5). Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (a.6). Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
- (a.7). Para los parámetros orgánicos (aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, etc.) la toma de muestras se realiza en la superficie del río.
- (a.8). Considerar un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.
- (a.9). Para muestras microbiológicas dejar un espacio del 10 % del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- (a.10). Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), el frasco debe llenarse lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- (a.11). Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.



b. Toma de muestras en ríos o lagos desde la orilla

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudaloso o profundo y en el muestreo de lagos desde la orilla, utilizando un brazo muestreador.

Procedimiento:

- (b.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (b.2). Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
- (b.3). Antes del inicio de la toma de muestras enjuagar el balde con agua del punto de muestreo como mínimo dos veces, luego tomar una muestra de agua para medir los parámetros de campo de acuerdo al ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (b.4). Para la toma de muestras colocar un frasco en el brazo muestreador, asegurarlo y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (b.5). Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario a la corriente, hasta que esté parcialmente llena y proceder a su enjuague (mínimo dos veces), a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (b.6). Sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo del río.
- (b.7). Repetir los procedimientos (a.7) hasta (a.12) del ítem anterior.

c. Toma de muestras en el mar a orillas de playas

Las muestras se tomarán de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- (c.1). En playas donde el oleaje es tranquilo, el personal responsable del muestreo provisto previamente de guantes descartables deberá ingresar a la playa a una profundidad aproximada de 1 metro o hasta que el agua bordee la cintura del muestreador. Si la pendiente del fondo es pronunciada, el muestreador deberá tomar la muestra en la orilla, donde la profundidad del agua se encuentre entre el tobillo y la rodilla.
- (c.2). Se debe evitar tomar muestras en zonas de rompientes de olas.
- (c.3). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (c.5). Proceder al enjuague de los frascos, retirando la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna. Enjuagar el frasco como mínimo dos veces.
- (c.6). Tomar el recipiente por debajo del cuello, sumergirla a una profundidad de 20 a 30 cm bajo el agua orientando la boca del frasco en contracorriente del flujo entrante. Evitar coleccionar suciedad u otras películas de la superficie.
- (c.7). Llenar el recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.6) hasta (a.12), procurando que contenga un mínimo de arena.

d. Toma de muestras desde puentes

Este procedimiento es aplicable para ríos caudalosos que tienen acceso de puentes, para ellos se debe emplear un balde transparente de 4 a 20 litros, según corresponde, y una cuerda de nylon.

Procedimiento:

- (d.1). Ubicarse en el centro del puente.



- (d.2). Amarrar y asegurar el balde con la cuerda de nylon.
 - (d.3). Bajar el balde y llenarlo, evitando la remoción de sedimentos del fondo del cauce. Al momento de subir el balde, se debe evitar raspar estructuras del puente con la cuerda para no contaminar las muestras.
 - (d.5). Enjuagar el balde y lavar los últimos metros de la cuerda de nylon.
 - (d.6). Tomar una volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
 - (d.7). Tomar otra muestra de agua con el balde para el lavado de los frascos dos veces y lavar la cuerda.
 - (d.9). Llenar cada recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.6) hasta (a.12).
- e. Toma de muestras usando embarcación
 Para el muestreo en cuerpos de agua navegables (ríos, lagos, mar) se debe considerar lo siguiente:
 Procedimiento:
- (e.1). Se debe obtener previamente a la partida un pronóstico del tiempo fiable; si las condiciones son malas, es conveniente posponer la campaña.
 - (e.2). Si la estación ubicada no es muy profunda, anclar el bote (o atarlo a una boya). Si el cuerpo de agua es muy profundo, regular la ubicación con el motor o con los remos de la embarcación. La embarcación deberá orientarse hacia la proa contra la corriente para realizar las mediciones de campo y la toma la muestra.
 - (e.3). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
 - (e.4). Colocar la botella en el brazo muestreador, asegurarla y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna.
 - (e.5). Extender el brazo muestreador y enjuagar el recipiente como mínimo dos veces. Para la toma de muestras sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 o 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo de la corriente.
 - (e.6). Llenar el recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.7) hasta (a.12).
- f. Toma de muestras a diferentes profundidades utilizando la botella hidrográfica
 La botella hidrográfica tipo Niskin, Van Dorn o similar es un dispositivo que permite la toma de muestras a cualquier profundidad. Cuenta con válvulas o tapas que se cierran herméticamente a través de un mensajero. Asimismo, proporciona una válvula de drenaje para la obtención de la muestra almacenada.
 Procedimiento:
- (f.1). Marcar la cuerda de nylon en cada metro y colocar un lastre por debajo de la botella hidrográfica para permitir el hundimiento de la misma y otro lastre en el extremo opuesto de la cuerda.
 - (f.2). Acondicionar la botella hidrográfica abriendo ambos extremos de la botella y asegurarlos para que no se cierren.
 - (f.3). Enjuagar como mínimo dos veces la botella con agua del mismo punto.
 - (f.4). Bajar la botella a la profundidad requerida de acuerdo con los objetivos del monitoreo. Esperar por lo menos un minuto para su estabilización y enviar el dispositivo mensajero que cerrará de manera instantánea ambos extremos de la botella hidrográfica y proceder a subirla.



(f.5). Cuando la botella llegue a la embarcación vaciar el contenido en un balde limpio y enjuagado y medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).

(f.7). Repetir los pasos (f.2) al (f.5) para la toma de muestras.

g. Toma de muestras a diferentes profundidades utilizando manguera

Se prepara con tramos de manguera de PVC de jardinería de 1.5 a 3 cm de diámetro y un largo deseado (1-5 m), unidos con válvulas de acoplamiento y llaves o grifos. El largo total de la manguera no debería superar los 15 o 20 m. Es preciso colocar un lastre cerca de la boca inferior del sistema, cuidando que no obstruya la libre circulación de agua por la manguera y asegurarse de que se sumerja en el agua lentamente en posición vertical.

De lo contrario, los tramos de manguera muestreados no coincidirán con la profundidad esperada. El tramo superior de la manguera tendrá un largo igual al intervalo superior de la columna de agua muestreado, más la distancia comprendida entre la superficie del mar, lago y la cubierta del barco. Se hará una marca en la parte de la manguera que debe coincidir con la superficie del agua al descenderla. Cuando se ha dejado bajar verticalmente la manguera hasta llegar a la marca de superficie, se cierra el grifo superior y se sube toda la manguera a bordo.

Procedimiento:

(g.1). El personal responsable deberá colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.

(g.2). La manguera se desciende con cuidado con todos los grifos abiertos para permitir el libre flujo de la columna de agua.

(g.3). Cuando la marca del tramo superior de la manguera alcanza la superficie del agua, se cierra el grifo superior, lo cual hará que el agua quede retenida por la fuerza hidrostática ejercida por las paredes de la manguera.

(g.4). Se recupera la manguera con cuidado y una vez en la cubierta de la embarcación:

- Se vacía el contenido de la manguera en un recipiente tras abrir el grifo superior (obtención de una única muestra de la columna de agua)
- O se cierra cada grifo a medida que van llegando a cubierta y se desacoplan los distintos tramos de manguera, los cuales se vaciarán en recipientes separados debidamente marcados. En este caso obtendremos varias muestras integradas correspondientes a distintos intervalos (por ej. a 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m) de profundidad de la columna de agua.

(g.5). Los recipientes deben ser lo suficientemente amplios como para permitir la mezcla de la muestra antes de tomar submuestras para distintos fines. Una vez vaciado el contenido (o contenidos) de la manguera (o los tramos de manguera) en los respectivos recipientes, se toma una alícuota en los recipientes o frascos de los parámetros requeridos.

(g.6). Llenar los recipientes con la metodología descrita en los procedimientos (a.8) hasta (a.12).

6.16. Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

a. Preservación

Una vez tomada la muestra de agua, se procede inmediatamente a adicionarle el preservante para los parámetros requeridos de acuerdo con lo indicado en el anexo VII (*Conservación y preservación*)





Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

de muestra de agua en función del parámetro evaluado). Una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente. Se deberán considerar las medidas de seguridad en la manipulación de reactivos utilizados (por ejemplo, ácidos, álcalis, formaldehído) teniendo en cuenta las normas de seguridad y protección personal para sustancias químicas siguiendo las recomendaciones de los fabricantes estipuladas en las hojas de seguridad (MSDS).

Los reactivos deben manipularse adecuadamente para evitar el contacto con los ojos, labios y la piel (manos), y de esa manera provocar la corrosión. Asimismo, deben tomarse precauciones para evitar la inhalación de gases tóxicos y la ingestión de materiales tóxicos a través de la nariz, la boca y la piel. Por lo cual, es esencial el uso de mascarillas, gafas de seguridad y guantes descartables resistentes a los reactivos; se recomiendan los guantes delgados de nitrilo o vinilo de color verde o celeste.

Las tapas de goma o neopreno o tapas de rosca con empaque son adecuados, siempre que los reactivos no reaccionen con estos materiales.

Durante el trabajo de campo, los reactivos se deben almacenar de forma separada de los recipientes para muestras y otros equipos en un *cooler* pequeño, limpio y seguro para impedir la contaminación cruzada.

b. Llenado de la cadena de custodia

Para el llenado de la cadena de custodia, como mínimo se deben considerar los siguientes datos:

- Nombre de la institución que realiza el monitoreo
- Nombre de la persona, correo, número telefónico del responsable de la toma de muestras
- Nombre del proyecto y/o del monitoreo
- Código de la muestra, clasificación del agua (agua de río, laguna, mar, etc.)
- Fecha y hora del muestreo
- Número y tipo de envases por punto de muestreo
- Preservación de la muestra
- Lista de parámetros de los análisis de cada punto de muestreo
- Firma de la persona responsable del monitoreo
- Observaciones en campo, como condiciones climáticas particulares, anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo

Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de la *Cadena de custodia* debidamente llenada (se la debe colocar en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore) y se remite dentro del *cooler* que contiene las muestras.

c. Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (*coolers*) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deben ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte (por ejemplo con bolsas poliburbujas o similares).

Para su conservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (*coolers*) bajo un adecuado sistema de enfriamiento (5 ± 3 °C), refrigerante (*ice pack*, hielo o similar) o un refrigerador móvil. En el caso de utilizar hielo, colocarlo en bolsas herméticas. Las cajas térmicas (*coolers*) deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.



ANEXO II
ETIQUETA PARA MUESTRA DE AGUA



Solicitante/cliente:		Solicitante/cliente:	
Nombre laboratorio:		Nombre laboratorio:	
Código punto de monitoreo:		Código punto de monitoreo:	
Tipo de cuerpo de agua:		Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:	Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:		Muestreado por:	
Parámetro requerido:		Parámetro requerido:	
Preservada:	SÍ NO	Tipo reactivo:	Preservada: SÍ NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:		Solicitante/cliente:	
Nombre laboratorio:		Nombre laboratorio:	
Código punto de monitoreo:		Código punto de monitoreo:	
Tipo de cuerpo de agua:		Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:	Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:		Muestreado por:	
Parámetro requerido:		Parámetro requerido:	
Preservada:	SÍ NO	Tipo reactivo:	Preservada: SÍ NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:		Solicitante/cliente:	
Nombre laboratorio:		Nombre laboratorio:	
Código punto de monitoreo:		Código punto de monitoreo:	
Tipo de cuerpo de agua:		Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:	Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:		Muestreado por:	
Parámetro requerido:		Parámetro requerido:	
Preservada:	SÍ NO	Tipo reactivo:	Preservada: SÍ NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:		Solicitante/cliente:	
Nombre laboratorio:		Nombre laboratorio:	
Código punto de monitoreo:		Código punto de monitoreo:	
Tipo de cuerpo de agua:		Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:	Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:		Muestreado por:	
Parámetro requerido:		Parámetro requerido:	
Preservada:	SÍ NO	Tipo reactivo:	Preservada: SÍ NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:		Solicitante/cliente:	
Nombre laboratorio:		Nombre laboratorio:	
Código punto de monitoreo:		Código punto de monitoreo:	
Tipo de cuerpo de agua:		Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:	Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:		Muestreado por:	
Parámetro requerido:		Parámetro requerido:	
Preservada:	SÍ NO	Tipo reactivo:	Preservada: SÍ NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:		Solicitante/cliente:	
Nombre laboratorio:		Nombre laboratorio:	
Código punto de monitoreo:		Código punto de monitoreo:	
Tipo de cuerpo de agua:		Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:	Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:		Muestreado por:	
Parámetro requerido:		Parámetro requerido:	
Preservada:	SÍ NO	Tipo reactivo:	Preservada: SÍ NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:		Solicitante/cliente:	
Nombre laboratorio:		Nombre laboratorio:	
Código punto de monitoreo:		Código punto de monitoreo:	
Tipo de cuerpo de agua:		Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:	Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:		Muestreado por:	
Parámetro requerido:		Parámetro requerido:	
Preservada:	SÍ NO	Tipo reactivo:	Preservada: SÍ NO Tipo reactivo:

Autoridad Nacional del Agua
 Vº Bº
 Blgo. Juan Carlos Castro Vargas
 Director General
 Dirección de Gestión de los Recursos



ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Pfafstättner)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas pueden encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de ubicación del punto de monitoreo (referencia)

Fotografía:
(Tomada a un mínimo de 20 metros de distancia del punto de monitoreo)



Elaborado por: _____ Fecha: _____