

**UNIVERSIDAD
COTOPAXI**
**FACULTAD DE
AGROPECUARIAS Y
NATURALES**



**TÉCNICA DE
CIENCIAS
RECURSOS**

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU UBICADO EN
EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI PERIODO 2021-2022**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera en Medio Ambiente

Autora:

Quishpe Quispe Yajaira Selena

Tutora:

Ruiz Depablos Joseline Luisa Prof. MSc.

LATACUNGA - ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

QUISHPE QUISPE YAJAIRA SELENA, con cedula de ciudadanía **0504041393**, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI PERIODO 2021-2022”**, siendo la **Profesora MSc. JOSELINE LUISA RUIZ DEPABLOS** tutora del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 21 de marzo del 2022

Yajaira Selena Quishpe Quispe
Depablos

Estudiante
C.C. 0504041393

Prof. MSc. Joseline Luisa Ruiz

Docente Tutora
C.C. 1758739062

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHO DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **QUISHPE QUISPE YAJAIRA SELENA**, identificada con cédula de ciudadanía **050404139-3**, de estado civil soltera a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE**, es una persona natural estudiantes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de calidad de agua del río Yanayacu ubicado en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi periodo 2021 – 2022” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Inicio de la carrera: Abril 2017 - Agosto 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021- Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de enero del 2022

Tutor. – Prof. MSc. Joseline Luisa Ruiz Depablos

Tema: “Evaluación de calidad de agua del río Yanayacu ubicado en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi periodo 2021-2022”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA**, es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de marzo del 2022.

Yajaira Selena Quishpe Quispe

Ing. PhD. Cristian Tinajero Jiménez

LA CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI PERIODO 2021-2022”, de Quishpe Quispe Yajaira Selena, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 21 de marzo del 2022

Prof. MSc. Joseline Luisa Ruiz Depablos

DOCENTE TUTORA

C.C. 175873906-2

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Quishpe Quispe Yajaira Selena, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU, UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2021-2022”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autorizan los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 21 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. José Luis Agreda Oña

Pillalaza

CC: 040133210-1

Lector 2

Lcdo. Mg. Jaime René Lema

CC:171375993-2

Lector 3

Ing. PhD. Mercy Lucila Ibay Yupa

CC: 060414790-0

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza y constancia para alcanzar mi tan anhelada meta, guiando cada paso a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis padres Elsa y Manuel quienes con su paciencia, amor, esfuerzo y confianza me dieron la mejor herencia que es mi profesión y a todas las personas que me apoyaron e hicieron posible esta investigación.

De igual manera agradezco a mis docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en especial a la MSc. Joseline Ruiz por su guía y su tiempo durante la investigación con sus arduos conocimientos para mi formación académica.

Yajaira Selena Quishpe Quispe

DEDICATORIA

El presente proyecto, que con mucho esfuerzo lo he realizado lo dedico a Dios que me ha bendecido y nunca me ha dejado sola. A mis padres por darme la vida y me han permitido alcanzar mis sueños, siendo mi pilar fundamental a lo largo de mi vida.

A mis hermanos por brindarme su apoyo en cada etapa cruzada, pero en especial a ti Ismael que siempre fuiste un hermano y un amigo incondicional impulsándome a seguir adelante.

A mis sobrinas que con cada locura me hicieron sonreír y olvidarme de los problemas, como a mis familiares y amigos que siempre han estado en las buenas y malas dándome su apoyo y a ti Fabricio por ser ese rayito de sol en mi vida.

A todas las personas que han hecho posible esta investigación, en especial aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Yajaira Selena Quishpe Quispe

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU
UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI PERIODO
2021-2022”**

AUTORA: Quishpe Quispe Yajaira Selena

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como finalidad evaluar la calidad de agua para riego del río Yanayacu ubicado en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi en el periodo 2021 - 2022. Para ello se seleccionaron tres puntos de muestreo a lo largo del cauce mediante una exploración en la zona, además se consideraron variables de acuerdo al fin de la investigación, usos del recurso y actividades cercanas al río para la identificación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (arsénico, boro, coliformes fecales, conductividad CE, cromo, demanda química de oxígeno DQO, oxígeno disuelto, potencial hidrógeno pH, sodio, sólidos totales y temperatura). Para la toma de muestras se utilizó la metodología en base a la normativa, la cual ayudó para el manejo, conservación, preparación, llenado, refrigeración, identificación, transporte y recepción de las muestras, para la época seca se realizaron tres muestras por cada punto y para época húmeda sólo se realizó una toma. Los resultados de ocho parámetros se compararon con los establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A, Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y la Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, mismos que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para las dos épocas del año. Para la determinación del

índice simplificado de calidad de agua (ISQA) se utilizó cinco parámetros fisicoquímicos empleados en ecuaciones propias establecidas para la determinación del índice, obteniendo como resultado 52,8 para época seca y 48,99 para época húmeda, encontrándose en el rango de calidad dudosa, es decir aguas contaminadas.

Palabras Claves: Yanayacu, recursos hídricos, contaminación, fisicoquímicos, microbiológicos, parámetros.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

TITLE: "EVALUATION OF WATER QUALITY OF THE YANAYACU RIVER LOCATED IN THE SALCEDO CANTON, PROVINCE OF COTOPAXI, PERIOD 2021-2022".

AUTHOR: Quishpe Quispe Yajaira Selena

ABSTRACT

The research project had as purpose to assess the water quality for irrigation from Yanayacu River located into Salcedo canton, Cotopaxi province in the 2021-2022 period. For this, it was selected the three sampling points purpose, along the riverbed, through an exploration in the area, also, it is considered variables according to the research purpose, resource uses and activities near the river for the physicochemical and microbiological parameters identification, (arsenic, boron, fecal coliforms, EC conductivity, chromium, chemical oxygen demand COD, dissolved oxygen, potential hydrogen pH, sodium, total solids and temperature). For the sampling was used the methodology based on the regulations, what help the samples handling, conservation, preparation, filling, refrigeration, identification, transport and reception, for the dry season is performed three samples for each point and for wet season, only was made intake. The eight parameter results were compared with those set into Ministerial Agreement 0 97 A, Table 3, Water quality criteria for agricultural irrigation and Table 4 Parameters water quality levels for irrigation, which are found within the maximum permissible limits for the two seasons the year. For the simplified water quality index (ISQA)

determination was used five physicochemical parameters into own equations established for the index determination, by getting as a result 52.8 for dry season and 48.99 for wet season, by being in the doubtful quality range, that is, contaminated water.

Keywords: Yanayacu, water resources, contamination, physicochemical, microbiological, parameters.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHO DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VI
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	3
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General	5
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Recurso hídrico	7
8.2. Ciclo hidrológico.....	8

8.3.	Agua dulce.....	9
8.4.	Agua de riego	9
8.5.	Aguas superficiales	9
8.6.	Distribución del agua	9
8.7.	Calidad de agua	10
8.8.	Calidad del agua para riego en la agricultura.....	10
8.9.	Contaminación del agua	10
8.10.	Contaminantes del recurso hídrico.....	11
8.11.	Tipos de contaminación	11
8.12.	Fuentes de contaminación	11
8.12.1.	Fuentes antropogénicas.....	12
8.12.2.	Fuente natural	12
8.13.	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	13
8.13.1.	Parámetros físicos	13
8.13.1.1.	Conductividad eléctrica.....	13
8.13.1.2.	Sólidos totales.	13
8.13.1.3.	Temperatura.	14
8.13.2.	Parámetros químicos.....	14
8.13.2.1.	Potencial hidrógeno.....	14
8.13.2.2.	Oxígeno disuelto.	15
8.13.2.3.	Demanda química de oxígeno.....	15
8.13.2.4.	Arsénico.	15
8.13.2.5.	Boro.....	16
8.13.2.6.	Cromo.....	16
8.13.2.7.	Sodio.....	17
8.13.3.	Parámetros microbiológicos	17
8.13.3.1.	Coliformes totales y fecales.	17
8.14.	Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1	17
8.15.	Límites Máximos Permisibles	18
8.16.	Índice simplificado de calidad de agua	18
8.17.	ArcGIS	19
9.	VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS	19
10.	METODOLOGÍA	20

10.1. Descripción de la zona de estudio	20
10.1.1. Caracterización Climática (Precipitación)	21
10.2. Selección del caso	22
10.3. Tipos de investigación.....	22
10.3.1. Investigación de Campo.....	23
10.3.2. Investigación Analítica	23
10.3.3. Investigación Bibliográfica.....	23
10.4. Métodos y Técnicas.....	23
10.4.1. Métodos	23
10.4.2. Técnicas	24
10.5. Instrumentos	24
10.6. Herramientas	24
10.7. Metodología de toma de muestras.....	24
10.7.1. Técnica de muestreo	24
10.8. Métodos utilizados para el análisis de los parámetros de calidad de agua.....	26
10.9. Índice Simplificado de Calidad de Agua.....	27
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
11.1. Puntos de muestreo, parámetros fisicoquímicos y microbiológico del agua del río Yanayacu, en dos épocas del año	29
11.1.1. Descripción de la zona de estudio.....	29
11.1.2. Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos analizados en Época Seca y Húmeda 31	
11.2. Comparación de los resultados obtenidos mediante triangulación de conceptos y con la normativa vigente. (Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 y 4).....	33
11.2.1. Comparación de los resultados de los parámetros analizados del río Yanayacu con el Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y Tabla 4 Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego en Época Seca.....	33
11.2.2. Comparación de los resultados de los parámetros analizados del río Yanayacu con el Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y Tabla 4 Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego en Época Húmeda.....	38

11.2.3. Resultados de los parámetros analizados del río Yanayacu en Época Seca y Húmeda	43
11.2.4. Comparación de conceptos de investigaciones afines a los resultados de los parámetros analizados.....	48
11.3. Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA) en Época Seca y Húmeda.....	49
12. IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
12.1. Impactos Ambientales	51
12. PRESUPUESTO	52
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
13.1. Conclusiones	53
13.2. Recomendaciones.....	53
14. REFERENCIAS.....	55
15. ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto	4
Tabla 2. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 3. Puntos de muestreo en el río Yanayacu.....	21
Tabla 4. Métodos de análisis de parámetros en el laboratorio.....	26
Tabla 5. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola	27
Tabla 6. Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.....	27
Tabla 7. Ecuaciones de cálculo de los parámetros fisicoquímicos para el ISQA.....	28
Tabla 8. Clasificación de la calidad de agua del ISQA	28
Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (Época Seca)	31
TABLA 10. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (Época Húmeda).....	32
Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos aplicados en el ISQA para Época Seca.....	32
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos aplicados en el ISQA para Época Húmeda.....	32
Tabla 13. Calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA en Época Seca.	49

Tabla 14. calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA en Época Húmeda.....	50
Tabla 15. Calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA para Época Seca.....	50
Tabla 16. Calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA para Época Húmeda.....	51
Tabla 17. Presupuesto.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación de la zona de estudio.....	21
FIGURA 2. Precipitación media mensual de la estación Rumipamba en el periodo 2004-2013	22
FIGURA 3. Puntos de muestreo en la zona de estudio.....	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Arsénico en tres puntos de muestreo (Época Seca).....	34
Gráfico 2. Boro, en tres puntos de muestreo (Época Seca)	34
Gráfico 3. Coliformes fecales, en tres puntos de muestreo (Época Seca)	35
Gráfico 4. Cromo en tres puntos de muestreo (Época Seca)	36
Gráfico 5. Oxígeno disuelto en tres puntos de muestreo (Época Seca).....	36
Gráfico 6. Potencial hidrógeno pH en tres puntos de muestreo (Época Seca)	37
Gráfico 7. Conductividad (CE) en tres puntos de muestreo (Época Seca).....	37
Gráfico 8. Sodio en tres puntos de muestreo (Época Seca).....	38
Gráfico 9. Arsénico, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda).....	39
Gráfico 10. Boro, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)	39
Gráfico 11. Coliformes fecales, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)	40
Gráfico 12. Cromo, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)	40

Gráfico 13. Oxígeno disuelto, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda).....	41
Gráfico 14. Potencial hidrógeno (pH), en tres puntos de muestreo (Época Húmeda).....	42
Gráfico 15. Conductividad (CE), en tres puntos de muestreo (Época Húmeda).....	42
Gráfico 16. Sodio en tres puntos de muestreo (Época Húmeda).....	43
Gráfico 17. Parámetros analizados (Época Seca).....	43
Gráfico 18. Coliformes fecales (Época Seca).....	44
Gráfico 19. Potencial hidrógeno (época seca).....	44
Gráfico 20. Conductividad (CE) (Época Seca).....	45
Gráfico 21. Sodio (Época Seca).....	45
Gráfico 22. Parámetros analizados (Época Húmeda).....	46
Gráfico 23. Coliformes fecales (Época Húmeda).....	46
Gráfico 24. Potencial hidrógeno (pH) (Época Húmeda).....	47
Gráfico 25. Conductividad (CE) (Época Húmeda).....	47
Gráfico 26. Sodio (Época Húmeda).....	46

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

Evaluación de calidad de agua del río Yanayacu ubicado en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi periodo 2021-2022.

Lugar de ejecución

Provincia Cotopaxi, Cantón Salcedo, Río Yanayacu.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

Nombres del equipo de investigación

Tutor: MSc. Ruiz Depablos Joseline Luisa

Estudiante: Yajaira Selena Quishpe Quispe

Lectores:

Lector 1: MSc. José Luis Agreda

Lector 2: MSc. Jaime Lema

Lector 3: PhD. Mercy Ilbay

Área de conocimiento

Ambiente, Manejo de Recursos Hídricos

Línea de Investigación

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

Sublínea de investigación de la carrera

Manejo y conservación del recurso hídrico

Línea de vinculación CAREN

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

2. INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es un problema ambiental grave en todo el mundo causado por las diferentes actividades antrópicas, alterando los componentes fisicoquímicos y microbiológicos, además la contaminación de los ríos pone en riesgo la salud de las personas, debido al consumo de alimentos que fueron regados por dicha agua. En Ecuador la contaminación de los ríos es una de las problemáticas más antiguas en el tema ambiental generando preocupación por la calidad del recurso hídrico.

El principal problema del río Yanayacu es la contaminación causada por residuos agrícolas, pecuarios, recreacionales, desechos líquidos, desfogues domésticos, industrias, aguas servidas. Dichos contaminantes han ido afectando paulatinamente a la calidad del agua del río, a través de esta problemática se han generado estudios de calidad de agua para consumo humano y uso agrícola, al igual de determinar el estado del ecosistema del río, como lo es: Caracterización de los contaminantes físicos y químicos presentes en el río Yanayacu del cantón salcedo, (Pulotasig & Millingalle, 2014); Determinación de la calidad de agua del río Yanayacu en los sectores Bellavista y Yanayacu del cantón Salcedo periodo 2014, (Cisneros, 2015); Identificación de diatomeas epilíticas asociadas a la calidad del agua en el río Yanayacu, sector san Juan, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, 2020, (Maiquiza & Tonato, 2020). Cada investigación con un fin diferente de estudio la cual facilitó información para la realización del presente estudio.

La investigación tiene el fin de evaluar la calidad del agua del río Yanayacu, ya que tiene varias captaciones de agua para riego para diferentes cultivos, mediante la georreferenciación del lugar, determinando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en dos épocas del año y con la comparación de los resultados de las muestra tomadas en tres puntos de muestreo, con la normativa ambiental vigente, Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1, Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego y el Índice simplificado de Calidad de Agua (ISQA).

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) considera que la contaminación hídrica, es un problema global que afecta a uno de cada tres habitantes del planeta ocasionando afectaciones a la salud.

En Ecuador la contaminación del recurso hídrico es igual o incluso mayor a la de los demás países, debido al mal manejo de las aguas residuales por parte de los municipios, siendo este el principal factor de contaminación de las aguas (El Universo, 2020). Además 80 % del agua disponible en Ecuador se va en regar sólo una tercera parte de los cultivos del país, por lo que es necesario conocer la calidad en la que se encuentra el recurso hídrico, pero no existe un número significativo de estudios enfocados a dicho tema en todas las fuentes hídricas del país, sin contar con la falta de información que las personas poseen al momento de usar el agua para sus actividades agrícolas, generando afectaciones para los cultivos, el suelo y la salud.

El principal problema del río Yanayacu es la contaminación causada por residuos agrícolas, pecuarios, recreacionales, desechos líquidos, desfogues domésticos, industrias, aguas servidas (Maiquiza & Tonato, 2020). Dichos contaminantes han ido afectando paulatinamente al río, por lo que, Pullozasig & Millingalle (2014) consideran que las autoridades no buscan solución a este problema, ya que esta agua también se la utiliza como regadío para zonas agrícolas.

La investigación tiene el fin de evaluar la calidad del agua del río Yanayacu, ya que tiene varias captaciones de agua para riego para diferentes cultivos, mediante la comparación de los resultados de análisis realizados en la zona con la normativa ambiental vigente y el Índice simplificado de Calidad de Agua (ISQA), además se pretende que los resultados de la presente investigación sirvan como sustento para futuros proyectos, ya que será de gran ayuda como base de consulta. Los beneficiarios directos serán los habitantes del cantón Salcedo, puesto que, conocerán el estado del agua del río Yanayacu y cómo afectaría en su día a día, siendo un gran aporte a la colectividad en general.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Los beneficiarios del presente proyecto se determinaron a través de la base de datos del censo de población y vivienda del año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC y la página de la Universidad Técnica de Cotopaxi. **Tabla 1**

Tabla 1. Beneficiarios del Proyecto

BENEFICIARIOS DIRECTOS		BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
Cantón Salcedo		Universidad Técnica de Cotopaxi	
Hombres	27880	Alumnos de primer ciclo en adelante	10500
Mujeres	30336	Alumnos de nivelación	1080
		Docentes	350
		Funcionarios	182
Total	58216	Total	12112

Fuente: (INEC, 2010), (Página de la Universidad Técnica de Cotopaxi)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La contaminación del agua es uno de los problemas críticos que se vive en la actualidad, originado por las descargas de contaminantes causadas por actividades industriales como domésticas, sin contar que muchas de las personas captan dichas aguas para consumo humano y uso agrícola, sin previos análisis de calidad de agua, entre estas tomas de aguas tenemos tres captaciones para agua de riego (proyecto de riego: Anchilivi – San Juan, Salgado Salvador y Anchilivi) y una captación para consumo humano (El Carrizal) (La Gaceta, 2018), esta última se encuentra en la parte alta del río, es por esta razón que ocasiona problemas en la salud, deterioro del suelo y de los cultivos, debido a la poca información que poseen los pobladores de estudios de agua que utilizan para sus actividades diarias.

Las condiciones actuales del río Yanayacu se encuentran alteradas, debido al crecimiento poblacional e intervenciones antrópicas, ya sean estas agrícolas o urbanas, es por ello la alta demanda de los recursos hídricos y la generación de residuos contaminando al río Yanayacu, además existe una concesión minera y lugares turísticos (piscinas) que generan residuos y son vertidos al río. (Maiquiza & Tonato, 2020). Otro de los problemas que afecta la calidad del agua del río son las descargas de aguas servidas, lo cual llega directamente al cauce hídrico, convirtiéndose en una grave afectación para los habitantes, ya que, esta es una zona agrícola donde utilizan el agua para regar en sus cultivos. (GAD Provincial Cotopaxi, 2015.) Debido a la construcción del sistema de alcantarillado en los barrios Carlos Santo y San Juan

pertenecientes al sector de Huapante que colinda con el río Yanayacu, lo cual todas las aguas servidas serán depositadas en el Río siendo esto una preocupación para los moradores que habitan en todo el trayecto del cauce como de sectores aledaños. (La Hora, 2018.)

Por esta razón la defensora del pueblo de Cotopaxi, dio a conocer que los moradores y varios colectivos a través de esta institución solicitaron una acción de protección para pedir una garantía de los derechos de la naturaleza del río Yanayacu. En el diario La Hora (2019) afirma que la demanda de acción de protección se puso en contra de los representantes legales del Municipio de Pillaro, ya que cuentan con un estudio de análisis del agua del río, donde muestra que este recurso hídrico cumple con los parámetros de purificación por lo que tiene especies vegetales, animales, variedad de peces, y es un sitio que se presta para el turismo y rituales andinos y con las descargas se contaminaría. Con esto se busca evitar la vulneración del derecho a la naturaleza y a las personas, pues muchos hogares siguen usando esta agua para el consumo y la agricultura, sin embargo, después de tres meses de funcionamiento de planta de tratamiento en el año 2019 se evidenció, por varios estudios de muestras tomadas del agua del río Yanayacu, que no es apta para el consumo humano, pero carece de estudios de calidad de agua para riego.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar la calidad de agua del río Yanayacu ubicado en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi mediante el muestreo y análisis de parámetros, para su uso agrícola en el periodo 2021 – 2022.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar los puntos de muestreo, parámetros fisicoquímicos y microbiológico del agua del río Yanayacu, en dos épocas del año, mediante un monitoreo y análisis de laboratorio en la zona a estudiar.
- Comparar los resultados obtenidos mediante triangulación de conceptos y con la normativa vigente. (Acuerdo Ministerial 097 A, ANEXO 1, TABLA 3 y 4).
- Determinar el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA) a través de ecuaciones que transforman las concentraciones de cinco parámetros fisicoquímicos para la obtención del rango de calidad del agua del río Yanayacu.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

TABLA 2. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo General: Evaluar la calidad de agua del río Yanayacu ubicado en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi periodo 2021 - 2022.			
Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
<p>Objetivo 1</p> <p>-Determinar los puntos de muestreo, parámetros fisicoquímicos y microbiológico del agua del río Yanayacu, en dos épocas del año, mediante un monitoreo y análisis de laboratorio en la zona a estudiar.</p>	<p>-Exploración y reconocimiento del lugar para la identificación de los puntos de muestreo en la zona.</p> <p>-Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológico a analizar.</p> <p>-Contratación del laboratorio certificado para la recepción de las muestras.</p> <p>-Toma de muestras</p>	<p>-Visitas a la zona, donde se ejecutó la georreferenciación del sitio de estudio.</p> <p>-Aplicación de variables de acuerdo al fin de la investigación, usos del recurso hídrico y de las actividades cercanas al río.</p> <p>-Ejecución de la normativa NTE INEN 2169 (2013) para la toma de muestras y transporte de las mismas hacia el laboratorio.</p>	<p>-Mapa de la zona a estudiar con los tres puntos identificados a lo largo del río.</p> <p>- Identificación de once parámetros fisicoquímicos y microbiológico.</p> <p>-Informes de laboratorio.</p>
<p>Objetivo 2</p> <p>Comparar los</p>	<p>Recopilación de información</p>	<p>Comparación de los resultados de</p>	<p>Determinar una relación entre los</p>

resultados obtenidos mediante triangulación de conceptos y con la normativa vigente. (Acuerdo Ministerial 097 A, ANEXO 1, TABLA 3 y 4).	relacionada a la investigación	los análisis con investigaciones similares y con el Acuerdo Ministerial 097 A, ANEXO 1, TABLA 3 y 4)	análisis de la investigación con otros estudios de años pasados. Conocer si los resultados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.
Objetivo 3 Determinar el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA) a través de ecuaciones que transforman las concentraciones de cinco parámetros fisicoquímicos para la obtención del rango de calidad del agua del río Yanayacu.	Resolver las ecuaciones del Índice simplificado de calidad de agua (ISQA) por cada parámetro establecido por el índice y por último esos valores agregarlos a la fórmula principal y con ello establecer un rango de calidad del recurso	Aplicación de las ecuaciones del (ISQA) para los cinco parámetros y finalmente la ejecución de la fórmula principal para obtener el rango y verificar en qué condición se encuentra el agua del río.	Rango de calidad del agua del río Yanayacu.

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Recurso hídrico

El agua es el componente más abundante en el planeta con diversas características propias de este líquido. El agua es una sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno

y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida, en pequeña cantidad incolora y verdosa o azulada en grandes masas. Es el componente más abundante en la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales, y como agua de cristalización en muchos cristales. (Félez, 2009)

El planeta Tierra está cubierto con el 70 por ciento del líquido vital considerado por muchos con dicha denominación, debido a que “El agua es considerada como uno de los recursos naturales fundamentales para el desarrollo de la vida, y junto con el aire, la tierra y la energía, constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo”.(Hernández, 2015)

El agua se encuentra en nuestro planeta en forma líquida, sólida y gaseosa, en constantes cambios de fase como de características físicas y químicas. El total de agua en la Tierra se estima en unos 1.400 millones de km³, de los cuáles un 3% del total corresponde a agua dulce. La provisión global de agua en la Tierra (invariable desde hace miles de millones de años) está sometida al denominado "Ciclo Hidrológico" que consiste en una serie de cambios de fase, de características físicas, químicas, y microbiológicas, e incluso, de emplazamiento físico (mares, nubes, glaciares, ríos, aguas subterráneas) cuyo último efecto es la "renovación" periódica de la dotación de agua en las grandes acumulaciones de ésta del planeta: océanos, ríos y lagos, atmósfera y litosfera. (Marín, 2008)

8.2. Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico representa la fuente de agua básica para todos los propósitos y es esencial para mantener la vida, puede ser visualizado como una permanente rotación del agua del océano en tierras secas.

Ordoñez. (2011.) define al ciclo hidrológico como modelo conceptual que describe el almacenamiento y movimiento de agua entre la biosfera, la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera, lo que se denomina sistema climático. Además, el ciclo hidrológico se basa en el movimiento permanente o transferencia de masas de agua, ya sea de un punto de la tierra a otro, o entre diferentes estados (líquido, gas y sólido).

Las aguas naturales forman parte de un ciclo continuo, la humedad que se evapora de los océanos y otras superficies de agua es la precipitada a su vez en forma de lluvia, nieve y granizo. Parte de esta precipitación regresa a las superficies de agua y cierta cantidad cae

sobre la tierra. De esta última, una fracción es empleada por la vegetación, algo de esta se evapora, y otra parte corre hacia los océanos, el resto de la precipitación penetra en la tierra. (Sabio, 2000)

8.3. Agua dulce

Aproximadamente el 97% agua del planeta es agua salina, en mares y océanos; apenas 3% del agua total es agua dulce (no salina) y de esa cantidad un poco más de dos terceras partes se encuentran congeladas en los glaciares y casquetes helados en los polos y altas montañas. (Llerena, 2014)

En los últimos 50 años se ha duplicado el consumo de agua dulce en el planeta a causa del aumento de la población, y de la mejora de la calidad de vida y los hábitos asociados en materia de higiene, como consecuencia de ellos, se ha llevado a cabo distintas acciones destinadas a incrementar o redistribuir la cantidad de agua dulce. (Aragón, 2010)

8.4. Agua de riego

El agua de riego es aplicada mediante diferentes sistemas de regadío para el correcto desarrollo de los cultivos, consiste en aportar agua al suelo para que las plantas tengan el suministro de agua que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Su origen puede ser muy diverso ya que puede proceder de ríos, lagos o corrientes continuas de aguas naturales, de pozos, entre otros. “La presencia de sales disueltas en el agua de riego puede ocasionar en algunas ocasiones un aumento de la salinidad del suelo y esto hace que las plantas no sean capaces de absorber correctamente el agua”. (Gómez, 2019)

8.5. Aguas superficiales

Son aquellas que se encuentran en la superficie de la tierra. Estas provienen de la precipitación, y si no se filtran al suelo, pueden aparecer en un estado estático (como lagos, lagunas y pantanos) o en movimiento continuo (como ríos, arroyos, manantiales). (Briongos, 2021)

8.6. Distribución del agua

Porcentaje aproximado de la distribución del agua en los diferentes sectores económicos y sociales que la utilizan; 77 % del recurso concesionado se usa en la agricultura; 14 % es para uso doméstico y 9 % restante se destina al uso industrial. Se desperdicia el 50 % del agua que se consume en los tres sectores. (Gómez & Muñoz, 2015)

8.7. Calidad de agua

La calidad del agua se ve afectada por muchos factores, como el uso de la tierra, la producción industrial y agrícola, puesto que el tratamiento antes de su vertido en los cuerpos de agua como de el volumen de agua de los ríos y lagos, depende de ello la capacidad de purificación. Además, la calidad del agua es un término ampliamente utilizado, pero la cuantificación científica es muy importante, esta solución es una estrategia básica para desarrollar las bases de la gestión de los recursos hídricos. (Álvarez et al., 2008)

8.8. Calidad del agua para riego en la agricultura

En la actualidad el agua se encuentra en un nivel considerable de contaminación, siendo esta no apta para ser usada en el riego para cultivos, puesto que esta afecta a los mismos como al suelo, por lo que se habla de parámetros de calidad de agua para ser utilizada para dicha actividad. (Gómez & Muñoz, 2015)

El uso del agua para la agricultura protegida, está íntimamente relacionada con el concepto de fertirrigación, a través del parámetro de calidad, que engloba concentración de sales disueltas (CE), presencia relativa de sodio (RAS), contenido de carbonatos y bicarbonatos (que condicionan el pH), concentración de cloro, boro, hierro y manganeso; y nutrientes como calcio, magnesio y sulfatos que determinan el balance final en la aplicación de fertilizantes en la preparación de una solución nutritiva. El riego ha tenido una función estratégica en el incremento de la producción de alimentos, sin embargo; en las últimas cinco décadas se ha observado que su práctica no controlada ha ocasionado diversos problemas en el suelo, deteriorando la calidad en grandes superficies agrícolas del mundo. (Gómez & Muñoz, 2015)

Por sus características estructurales, el agua disuelve y mantiene en suspensión un gran número de sustancias, algunas de las cuales son potencialmente tóxicas para las plantas, por lo que su acumulación (ya sea o no directamente tóxica) genera problemas en los vegetales por efecto salino. En este sentido, uno de los factores más importantes en la producción intensiva de cultivos después de la disponibilidad del agua, es su calidad. (Bojórquez, 2008)

8.9. Contaminación del agua

Es el daño que le hace a la naturaleza, conocido además como una variación de la sustancia o producto como que el agua ya pierde sus características naturales. Es considerado a partir de la lógica de los científicos como el contagio o transmisión de una enfermedad causada por

diversos factores. (Astudillo, 2016)

La contaminación del agua se define a partir de las normas de calidad las mismas que están referidas a su uso y consumo humano así pueden ser para la preparación de alimentos, usos industriales, fines recreacionales, riegos de cultivos y para otros usos cada una de ellas establecen normas de calidad diferentes que sean aplicadas para cada uso las mismas que estas normas se fijan desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico. (Astudillo, 2016)

8.10. Contaminantes del recurso hídrico

La contaminación del agua se debe a causa de las diferentes actividades alterando así la calidad de la misma. La contaminación del agua se debe a los derrames de fluidos en un sistema hídrico (mar, río, cuenca, etc.) alterando la calidad del agua, por propiedades químicas (sustancias disueltas), físicas (variaciones en la temperatura) y biológicas (variaciones en la presencia de seres vivos) del agua, que caracterizan al recurso agua, que al ser excedidos causan daños a la salud, y al ambiente. (Galarza, 2017)

La alteración de los componentes físicos, químicos, biológicos, microbiológicos y radiológicos, comparados con valores referenciales permiten evidenciar “la contaminación para establecer las posibles fuentes de origen y desarrollar estrategias para mejorar la calidad del recurso hídrico. Las alteraciones del ecosistema hídrico, la disminución del caudal, el cambio climático y la sobreexplotación de los recursos hídricos”, influyen en los componentes para una mala calidad de agua. (Gil et al., 2012)

8.11. Tipos de contaminación

Sabio. (2000) clasifica a la contaminación en tipos dependiendo si se sabe o no la localización del foco de infección, según esto hay 2 tipos de contaminación.

- **Contaminación puntual:** es aquella en la cual se conoce la fuente o el sitio donde se genera la contaminación. (Sabio, 2000)
- **Contaminación no puntual:** es aquella en la cual no se conoce con exactitud donde se genera la contaminación, ya que proviene de fuentes muy dispersas. (Sabio, 2000)

8.12. Fuentes de contaminación

“Las fuentes de contaminación hídrica son antropogénicas y naturales. Pueden ser de origen físico, químico y biológico, su nivel de contaminación depende de la cantidad de

concentración, tipo y procedencia de los elementos perjudiciales vertidos al agua” (Campaña & Gualoto, 2015)

8.12.1. Fuentes antropogénicas

Es aquella originada por la acción del hombre, el desarrollo y la industrialización suponen un mayor consumo de agua, lo cual crea una enorme generación de residuos, varios de los cuales van a parar al agua y la utilización de medios de transportes fluviales y marítimos que, en muchas situaciones, son causa de contaminación de las aguas. (Diaz & Marshely, 2018)

El desarrollo de las actividades humanas sin criterios ambientales, está afectando la salud del hombre y el estado de los sistemas acuáticos. En algunos casos provocando alteraciones de carácter irreversible. En el contexto de los acuerdos ambientales globales, el tema del agua resulta preponderante no solo por su carácter estratégico sino por la precaución que existe en torno al problema de su escasez y calidad, más aún cuando este problema es causado por factores antropogénicos los mismos que podemos evitar. (Custodio, 2012)

Las actividades agrícolas y ganaderas pueden producir una contaminación muy grave de las aguas de los ríos y los acuíferos. Primordialmente por los vertidos de aguas cargadas de residuos orgánicos, procedentes de las labores de transformación de productos vegetales, o de los excrementos de los animales.(Diaz & Marshely, 2018)

El sector industrial como, la siderurgia, textil y papelera, requieren del uso del agua para desarrollar su actividad, pero se tiene como consecuencia el vertido de aguas residuales cargadas de materia orgánica, metales, aceites industriales e incluso radiactividad, existen sistemas de depuración que sirven para devolverles las características físicas y químicas originales del recurso y evitar los problemas que pueden causar los contaminantes de las aguas residuales. (Diaz & Marshely, 2018)

8.12.2. Fuente natural

Varios procesos propios de la naturaleza son causas de la contaminación del agua superficiales y subterráneas afectando así la calidad de la misma. La calidad del agua superficial y subterránea también puede verse afectada por los eventos naturales, por ejemplo, las fuerzas naturales tales como precipitaciones, cambios estacionales, condiciones de evaporación cambios en el flujo de corriente de agua y aire, derrumbes, sismos, deslaves y erupciones volcánicas. Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener y verse modificada por componentes de origen natural procedentes del contacto con la

atmósfera y el suelo. (Campaña & Gualoto, 2015.)

8.13. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

“Para evaluar la calidad del agua, es necesario estimar la medida de ciertos parámetros en situación real. La calidad de diferentes tipos de agua se ha valorado a partir de variables físicas, químicas y biológicas, evaluadas individualmente o grupal” (Samboni et al., 2007)

Los parámetros fisicoquímicos aportan información extensa de las propiedades químicas y físicas del agua, sin contribuir información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información, pero no mencionan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico. (Samboni et al., 2007)

8.13.1. Parámetros físicos

“Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua”.(Martel, 2018)

8.13.1.1. Conductividad eléctrica.

El agua conduce la electricidad a través de iones disueltos, por lo que es un indicador de contaminación, puesto que un agua pura es muy pobre en la conducción de la electricidad. La conductividad eléctrica (CE) del agua es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y sales, además es importante en aguas para riego (Solis et al., 2018)

En el Sistema Internacional de Unidades la CE se expresa como siemens por metro (S/m), pero por simplicidad se utiliza $\mu\text{S}/\text{cm}$ a una temperatura de 25°C . La conductividad del agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica. La solubilidad de las sales en el agua depende de la temperatura, por lo que la conductividad varía en conformidad con la temperatura del agua. (Solis et al., 2018)

8.13.1.2. Sólidos totales.

El término sólidos en general son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad de cualquier tipo de agua sean estas para riego o consumo humano de varias maneras, también es importante

recalcar que el nivel de sólidos puede ser crucial en el análisis de las limitaciones de algunos sistemas de tratamiento. (Pesantez, 2014)

Los “sólidos totales” se definen como la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secado a 103 - 105 °C. El valor de los sólidos totales incluye materias disueltas (sólidos disueltos totales: porción que pasa a través del filtro) y no disuelto (sólidos suspendidos totales: porción de sólidos totales retenidos por un filtro). (Carpio, 2007.)

Sánchez (2019) indica que los sólidos totales afectan negativamente la calidad del agua por ello el análisis de estos es de vital importancia en el proceso de tratamiento de aguas residuales y a su vez hallarlos nos ayuda a evaluar el cumplimiento de las normas que regulan su vertimiento.

8.13.1.3. Temperatura.

La temperatura de un agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido. Las variaciones de temperatura afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto químicas como microbiológicas. Aunque la temperatura de un agua superficial está ligada a la irradiación. (Marín, 2008)

La temperatura del agua puede aumentarse en lugares de desagüe de plantas industriales como de hidroeléctricas o por escorrentía de áreas impermeabilizadas, la contaminación térmica es un problema de algunos ríos. (Reascos & Yar, 2011)

8.13.2. Parámetros químicos

Ya que el agua es un solvente mundial puede contener cualquier componente que paralelamente es de trascendencia en las características químicas del agua, participan en una secuencia de actitudes que le otorgan ciertas propiedades como su alcalinidad, dureza, pH, metales, proporción de oxígeno para oxidar materia orgánica e inorgánica, nutrientes, entre otras. (Raxhón, 2016.)

8.13.2.1. Potencial hidrógeno.

Es la concentración relativa de los iones hidrógeno en el agua, es la que indica si está actuando 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. La actividad del ion hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua. (Mejía, 2005)

Cabrera & Enrique. (2017) describen a la actividad del ion hidrógeno como perjudicial, ya que afecta de forma directa o indirecta la actividad de los demás constituyentes presentes en el agua; el tamaño del pH constituye un parámetro de trascendencia para la explicación de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales. Además, la concentración de iones de hidrógeno indica si están actuando de forma alcalina o ácida.

8.13.2.2. Oxígeno disuelto.

Es un indicador muy importante de calidad de agua, debido a que de esto depende la existencia de la vida acuática. El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que esta disuelto en el agua. La mayoría de los organismos vivos acuáticos dependen del OD para su proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática. (Raxhón, 2016.)

Serna (2018) describe que un nivel más alto de oxígeno disuelto indica una mejor calidad de agua. El papel biológico de esta variable es fundamental porque define la presencia o ausencia potencial de todas las especies acuáticas.

Gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno en el aire, del producto de la fotosíntesis de las plantas acuáticas y también podría resultar de la turbulencia en las corrientes debido a que el oxígeno en el aire que queda atrapado bajo el agua en movimiento rápido se disuelve en esta. (Laurente, 2015)

8.13.2.3. Demanda química de oxígeno.

“Determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica e inorgánica sin que exista la intervención de organismos vivos, es decir, un parámetro analítico de polución que mide la cantidad de material orgánico en una muestra de agua”.(Rodríguez, 2007.)

8.13.2.4. Arsénico.

El arsénico es considerado un elemento tóxico para el hombre como para los cultivos que son regados por aguas que lo contienen, ya que, por diferentes eventos naturales se puede encontrar presente en lugares por los cuales atraviesan fuentes hídricas. (Martel, 2018)

Las concentraciones de As en aguas naturales usualmente son menores de 10 µg/L. Sin embargo, en zonas mineras pueden encontrarse concentraciones entre 0,2 y 1 g/L. La toxicidad del As es compleja, pues depende de la vía de exposición, del estado de valencia y

de la forma química (inorgánica u orgánica) del compuesto. (Martel, 2018)

El efecto principal del arsénico en las plantas aparece en la destrucción de la clorofila en el follaje como una consecuencia de inhibición de producción de enzimas. Ya que el arsénico es tóxico para los seres humanos el consumo de las partes consumibles de la planta que contienen arsénico acumulado es nocivo. Además, el arsénico inorgánico es el responsable de la mayoría de los casos de intoxicación en seres humanos. La solubilidad de los compuestos de arsénico inorgánico está relacionada con su toxicidad; todos los compuestos solubles son tóxicos. (Martel, 2018)

8.13.2.5. Boro.

Mancilla et al., (2014.) describe al boro (B) como un elemento esencial para las plantas cuando este se encuentra en niveles bajos u óptimos, pero si este excede sutilmente el grado normal es considerado potencialmente tóxico para las plantas. Está en casi toda el agua natural y pertenece a los constituyentes más tóxicos del agua de riego. Su concentración cambia a partir de varias trazas hasta numerosas piezas por millón.

8.13.2.6. Cromo.

El cromo puede presentarse en cualquiera de sus valencias, sin embargo, cuando encontramos en fuentes hídricas cromo hexavalente representa un peligro, puesto que, es considerado tóxico.

El Cr (VI) es considerado tóxico por sus efectos fisiológicos adversos. El cromo metálico y los derivados del cromo (VI) usualmente son de origen antropogénico. Por su naturaleza química, el Cr (III) difícilmente se encuentra con un pH mayor de 5, donde el cromo está, por lo general, en forma hexavalente. (Martel, 2018)

La erosión de depósitos naturales y los efluentes industriales que contienen cromo (principalmente de acero, papel y curtiembres), se incorporan a los cuerpos de aguas superficiales, afectando a la salud de las personas, erosión del suelo y a la energía y metabolismo de la planta. La forma química dependerá de la presencia de materia orgánica en el agua, pues si está presente en grandes cantidades, el cromo (VI) se reducirá a cromo (III), que se podrá absorber en las partículas o formar complejos insolubles. (Martel, 2018)

Estos complejos pueden permanecer en suspensión y ser incorporados a los sedimentos. La proporción de cromo (III) es directamente proporcional a la profundidad de los sedimentos.

Es decir, el cromo (VI) puede resistir en este estado en aguas con bajo contenido de materia orgánica. (Martel, 2018)

8.13.2.7. Sodio.

El sodio se encuentra de forma natural en aguas superficiales, sin embargo, varían las concentraciones del mismo, puesto que, la geología es un factor que afecta al igual de actividades antrópicas que hacen que los niveles de sodio no sean correctos para la calidad de agua. Las concentraciones de ion sodio en aguas naturales superficiales varían de manera considerable dependiendo de las condiciones geológicas locales, descargas de aguas residuales y en algunos países del uso estacional de sal en carreteras. (Beita, 2008.)

Los valores pueden oscilar entre 1 mg Na⁺ /L o menos a 10 mg Na⁺ /L. Algunas aguas superficiales, incluyendo aquellas que reciben descargas de aguas residuales tienen valores de concentración por debajo de los 50 mg/L. Aunque las aguas subterráneas pueden exceder los 50 mg Na⁺ /L. La sodificación de suelos (natural o antropogénica) provoca efectos negativos sobre la producción y la productividad de cultivos porque deteriora sus propiedades físicas.(Beita, 2008.)

8.13.3. Parámetros microbiológicos

“El agua contiene suficientes nutrientes para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas”.(Londoño, s. f.)

8.13.3.1. Coliformes totales y fecales.

“Se les considera microorganismos indicadores de contaminación fecal y son excelentes indicadores de la calidad sanitaria del agua y de la eficacia de los procesos de desinfección.” (Campaña & Gualoto, 2015.)

Las bacterias del grupo Coliformes pertenecen a la familia Enterobacteriaceae que incluye los géneros: Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella. Se definen como bacilos anaerobios y aerobios facultativos, cortos, Gram negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa a 44,5°C. Se los denominan termotolerantes por su capacidad de soportar altas temperaturas. (Campaña & Gualoto, 2015.)

8.14. Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1

Tiene como objetivo principal proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados del agua, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones como del ambiente en general. Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso hídrico se deben acoger a los términos de la norma.

En el Anexo 1 referente a agua del Acuerdo Ministerial 097 A se establece principios básicos como de conceptos que ayudan a la interpretación de los criterios de calidad del agua en sus distintos usos, además muestra los límites máximos permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado. La norma también establece parámetros de monitoreo de las descargas o cuerpos de agua como de los sistemas de alcantarillado de varias actividades antropogénicas con sus métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua. (Acuerdo Ministerial 097 A, 2015)

8.15. Límites Máximos Permisibles

De acuerdo al DECRETO LEGISLATIVO N° 1055 (2009) define a los límites máximos permisibles como la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio. El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia.

8.16. Índice simplificado de calidad de agua

Es empleado para determinar la calidad de las aguas superficiales, su resultado es un número dimensional que permite operar con muy pocos parámetros analíticos y a la vez ofrece garantías en los resultados. El cual se basó en 5 parámetros fisicoquímicos y planteó una clasificación de la calidad del agua para usos específicos del recurso, entre los cuales destaca el abastecimiento para fines de consumo humano, uso recreacional y uso agrícola. (Alonso,

2018.)

Según Terán (2019) los 5 parámetros fisicoquímicos para la determinación del ISQA son:

- DQO [mg/L]
- Sólidos suspendidos totales [mg/L]
- Oxígeno disuelto [mg/L]
- Conductividad [μ S/cm]
- Temperatura [$^{\circ}$ C] La ponderación del ISQA va de 0 (calidad mínima) hasta 100 (calidad máxima).

“El uso de este índice es de gran interés ya que permite obtener resultados fiables en forma rápida y económica muy adecuados para su aplicación, tanto en las áreas rurales de escasos recursos como en la gestión de espacios protegidos”. (Bustamante et al., 2002) Es, por tanto, una herramienta útil para conocer el estado de la calidad de las aguas e identificar fuentes de contaminación, que facilita dirigir los posteriores estudios específicos de identificación de problemas y las actuaciones que conlleven. (Bustamante et al., 2002)

8.17. ArcGIS

Es un software donde se permite recopilar, organizar, administrar, compartir, visualizar y explorar los sistemas de información geográfico de su área de estudio, donde crea los diseños de mapas, además representa la información geográfica como una colección de capas y otros elementos en un mapa. Los elementos comunes son el marco de datos, que contiene las capas del mapa para una extensión determinada, más la barra de escala, la flecha de norte, título, texto descriptivo, leyenda, etc. Es la plataforma líder mundial para crear y utilizar Sistemas de Información Geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. (Escri)

9. VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS

¿En qué condiciones se encuentra el agua del río Yanayacu para uso agrícola, teniendo en cuenta la normativa ambiental vigente, Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 Criterios de Calidad de Aguas para Riego Agrícola y Tabla 4 Parámetros de los Niveles de la Calidad de Agua para Riego y el Índice simplificado de calidad de agua (ISQA)?

En base a los resultados obtenidos de las muestras de agua se pudo determinar mediante la normativa ambiental vigente ya mencionada, que los ocho parámetros analizados del agua del río Yanayacu para uso agrícola se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, sin embargo, el índice simplificado de calidad de agua (ISQA), muestra la calidad del agua del recurso hídrico como dudosa, es decir, se encuentra en el rango de aguas contaminadas, pero según Iza (2020) es apta para uso de recreación para navegación, refrigeración y riego en cultivos muy resistentes.

10. METODOLOGÍA

10.1. Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio está ubicada a lo largo del río Yanayacu en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi. Los puntos de muestreo están situados en la toma de agua del proyecto de riego Anchilivi-San Juan, Puente Yanayacu y mina del señor Haro. **Figura 1, Tabla 3**

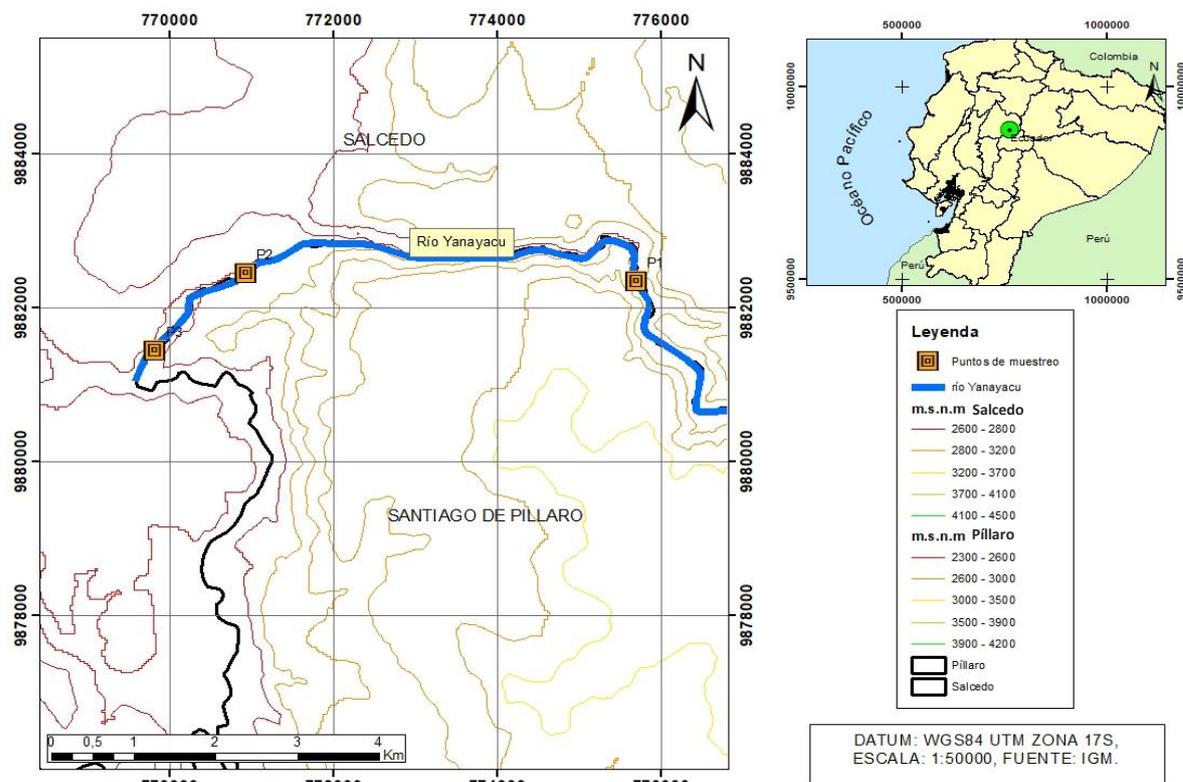


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

P1, Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan: Este primer punto representa la parte alta del trayecto escogido del río para el estudio, puesto que, la investigación se basa en la calidad de agua para uso agrícola, la cual es una de las captaciones de agua que este tiene, además a través de un recorrido previo, se puede evidenciar la presencia de ganado vacuno, como de actividades antrópicas que afectan a la calidad del agua.

P2, Puente de Yanayacu, Se escogió este punto considerado medio en la investigación, por la presencia de varias personas que realizan actividades como, parrilladas dejando todos los desperdicios en el lugar, debido a que es de fácil accesibilidad y está a orillas del cauce en una extensión de terreno considerado plano por no tener una pendiente considerable como lo es en el resto del trayecto del río, además personas del sector como de partes aledañas realizan el lavado de sus prendas de vestir, lo cual el residuo de diferentes detergentes utilizados para dicha actividad se mezclan con el agua.

P3, Mina del Señor Haro, El último punto se debe a las actividades de minería que se realizan a orillas del río, lo cual el material es arrastrado por el cauce, además la maquinaria atraviesa el río para poder entrar y salir de la mina, debido a que solo existe un puente improvisado por troncos de árboles tocando la superficie del agua.

Tabla 3. Puntos de Muestreo en el río Yanayacu

Puntos	X	Y	Msnm
P1			
Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi-San Juan	775682.67	9882349.44	2797.7
P2			
Puente Yanayacu	770924.06	9882449.61	2618.43
P3			
Mina del Sr. Haro	769818.93	9881444.77	2575.66

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

10.1.1. Caracterización Climática (Precipitación)

La zona de estudio se caracteriza por presentar una distribución de precipitaciones bimodal,

siendo las épocas de lluvia en los meses de enero a mayo; octubre a diciembre y época seca en los meses de junio a septiembre. **Figura 2**, para ello se tomó datos de precipitación media mensual de los anuarios del INAMHI desde el año 2004 al 2013 de la estación meteorológica más cercana al río Yanayacu siendo esta la estación de Rumipamba con código M004 **Anexo 5**.

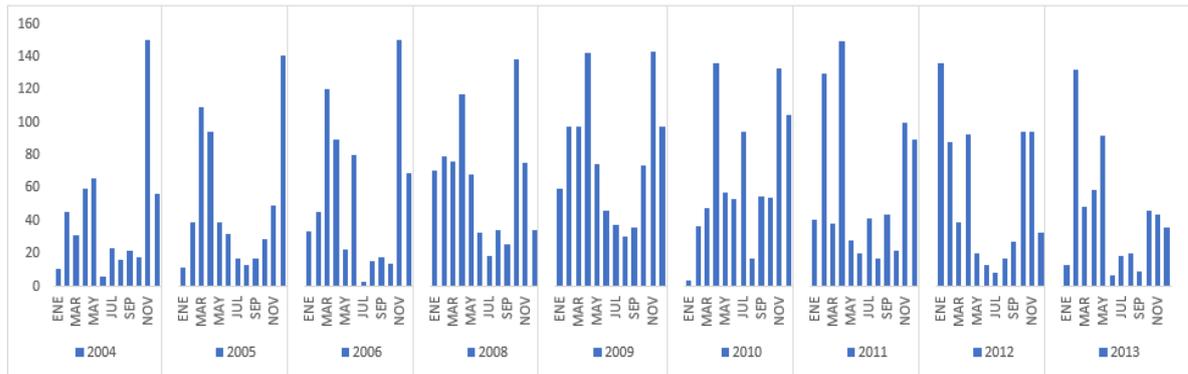


Figura 2. Precipitación Media Mensual de la Estación Rumipamba en el periodo 2004-2013

Fuente: INAMHI

El valor promedio multianual de precipitaciones es de 48 mm, su valor máximo corresponde al mes de octubre del 2008 con 155,5 mm mientras que el valor mínimo se presenta en el mes de julio del 2006 con 2,4 mm.

10.2. Selección del caso

La investigación se suscita a la falta de información referente a la calidad de agua del río Yanayacu para uso agrícola, puesto que, es uno de los ríos con mayor número de captaciones de agua para dicha actividad, ya que por diferentes actividades antrópicas presenta un grado de contaminación. Además, al realizar una búsqueda de investigaciones de calidad de agua para uso agrícola del río Yanayacu se evidencia ausencia de análisis, por lo que es motivo de estudio.

10.3. Tipos de investigación

La presente investigación se basa en diversos tipos de investigación, ya que cada una cumple una función dentro del estudio, con ello llegar a los resultados realizando el análisis y comparación con estudios anteriores y con la normativa ambiental vigente, tal como es el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 Criterios de Calidad de Aguas para Riego Agrícola y Tabla 4 Parámetros de los Niveles de la Calidad de Agua para Riego.

10.3.1. Investigación de Campo

El trabajo de investigación se empleó de manera práctica, puesto que permitió realizar la visita al lugar de estudio para identificar los puntos de muestreo y su posterior toma de muestras del agua. Se realizó en el río Yanayacu, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, con tres puntos:

P1: Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi-San Juan

P2: Puente Yanayacu

P3: Mina del señor Haro

10.3.2. Investigación Analítica

Esta investigación permitió realizar una interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio, con ello comparar con estudios anteriores y con la normativa ambiental. Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 Criterios de Calidad de Aguas para Riego Agrícola y Tabla 4 Parámetros de los Niveles de la Calidad de Agua para Riego.

10.3.3. Investigación Bibliográfica

Con esta investigación se pudo profundizar conocimientos de temas afines a la investigación presente, así poder dar criterios técnicos como recomendaciones adecuadas, la información bibliográfica se recopiló de manera minuciosa y fue analizada de artículos científicos como de libros, para dar un aporte y soporte a la presente investigación.

10.4. Métodos y Técnicas

10.4.1. Métodos

Método o Enfoque Cuantitativo

Con la toma de muestras del agua enviadas al laboratorio para su posterior análisis de los parámetros necesarios para el estudio permitió contestar la pregunta de investigación.

Método Analítico

Se utilizó para determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de acuerdo al fin de la investigación, usos del recurso y actividades cercanas al río para su posterior identificación de la cantidad presente en el agua.

Método Deductivo

Permitió reconocer las fuentes contaminantes a lo largo del río Yanayacu y con ello establecer los puntos de muestreo.

Método Inductivo

Ayudó a establecer un análisis óptimo y lógico de criterios y técnicas para identificar y determinar los parámetros necesarios de acuerdo a la zona de estudio con ello el diagnóstico correcto de la calidad de agua del río.

10.4.2. Técnicas

Observación

Se realizó varias visitas a la zona de estudio donde están ubicados los puntos de muestreo, en donde se recolectó la información necesaria para realizar el estudio.

10.5. Instrumentos

Se implementó una base de datos de Excel en la cual se encuentran los resultados de los parámetros analizados por el laboratorio.

10.6. Herramientas

Se utilizó la aplicación UTM Geo Map para obtener las coordenadas de los tres puntos de muestreo, un termómetro ambiental MAX-MIN THERMO HYGRO y finalmente una computadora para procesar los datos y realizar el manuscrito.

10.7. Metodología de toma de muestras

Se utilizó la normativa **NTE INEN 2169 (2013)**: Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras con el fin de evitar alteraciones en los análisis.

10.7.1. Técnica de muestreo

Manejo y conservación

1. Escoger y preparar el recipiente.
2. El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa no deben ser causa de contaminación, absorber los constituyentes a ser determinados y reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra.
3. El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.

Preparación de recipientes

1. Para análisis de tazas de constituyentes químicos de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con la finalidad de minimizar la contaminación, el tipo de limpiador es de acuerdo a los parámetros a ser analizados.
2. El recipiente nuevo de vidrio debe ser lavado con detergente y agua para retirar el polvo o residuos del material de empaque, seguido de un enjuague de agua destilada o desionizada.

Llenado del recipiente

1. Para muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, se debe llenar los frascos completamente y taparlos para que no exista aire sobre la muestra. Esto evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor de pH etc.
2. En muestras que se va a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes no deben ser llenados completamente de modo que se deje un espacio de aire después de ser colocada la tapa, para evitar una contaminación accidental.

Refrigeración de las muestras

1. Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó, se realiza la refrigeración de las muestras de manera inmediata posterior a su recolección, se debe usar refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

Identificación de las muestras

1. Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, con ello el laboratorio no tenga error en la identificación.
2. Anotar todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados.

Transporte de las muestras

1. Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deteriore o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.
2. El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación o ruptura
3. Durante la transportación las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz.

Recepción de las muestras en el laboratorio

1. Si al llegar al laboratorio las muestras no pueden ser analizadas inmediatamente, deben ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevenga cambios en su contenido.

2. Es recomendable el uso de refrigeradores o de lugares fríos y oscuros.
3. En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.

10.8. Métodos utilizados para el análisis de los parámetros de calidad de agua

En el río Yanayacu fueron tomadas cuatro muestras por cada punto determinado, como lo es, P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi-San Juan, P2. Puente Yanayacu, P3. Mina del señor Haro. Tres muestras fueron tomadas en época seca y una muestra en época húmeda. En los tres puntos de muestreo, fueron medidos once parámetros tanto físicos, químicos y microbiológicos, siguiendo los protocolos del laboratorio y la normativa INEN 2169 (2013), según la metodología detallada en la **Tabla 4** se analizaron los parámetros.

Tabla 4. Métodos de análisis de parámetros en el laboratorio

Parámetros	Método de análisis
Sodio	Standard Methods 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Arsénico	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA117.00
Conductividad eléctrica	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B
Boro	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00
DQO	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D
pH	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B
Coliformes fecales	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00
Cromo hexavalente	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019
Oxígeno disuelto	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G
Sólidos totales	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B
Temperatura	MAX-MIN THERMO HYGRO

Fuente: Lacquanalisis S.A

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Los resultados obtenidos del análisis de ocho parámetros por parte del laboratorio Lacquanalisis para época seca se realizó un promedio de las tres muestras tomadas por cada

punto para obtener un valor representativo, en cambio para la época húmeda no fue necesario la realización del mismo, posterior fueron comparados con estudios realizados (triangulación de conceptos) y con la normativa vigente, Acuerdo Ministerial 097 A, ANEXO 1. **Tabla 5, Tabla 6**

Tabla 5. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRÍCOLA			
Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de calidad
Arsénico	As	mg/L	0,1
Boro	Br	mg/L	0,75
Cromo	Cr	mg/L	0,1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	3
pH	pH	UpH	6-9

Fuente: Acuerdo Ministerial 097 A

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Tabla 6. Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego

TABLA 4: PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO				
Problema Potencial	Unidades	Grado de Restricción		
		Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
Salinidad: (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Sodio				
Irrigación superficial	meq/l	3,0	3,0 - 9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097 A

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

10.9. Índice Simplificado de Calidad de Agua

En España, Queralt en el año 1982 desarrolló el índice simplificado de calidad del agua (ISQA) para las cuencas de Cataluña, el cual se basó en 5 parámetros fisicoquímicos. El ISQA emplea el producto de la temperatura por la sumatoria de los valores obtenidos mediante ecuaciones que transforman las concentraciones de demanda química de oxígeno DQO, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto y conductividad en un número adimensional. (Torres et al., 2009)

La ecuación utilizada para definir el ISQA es la siguiente

$$ISQA = T \cdot (A + B + C + D)$$

Donde:

T = Temperatura (T), expresada en °C

A = Demanda química de oxígeno (DQO), expresada en mg/L

B = Sólidos suspendidos totales (SST), expresado en mg/L

C = Oxígeno disuelto (OD), expresado en mg/L

D = Conductividad (CE), expresado en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 18 °C.

En la **Tabla 7** se encuentran los valores de T, A, B, C, D a partir de ecuaciones.

Tabla 7. Ecuaciones de Cálculo de los Parámetros Fisicoquímicos para el ISQA

Parámetro	Condiciones	Cálculo	Valores
T	$T \leq 20\text{ °C}$	$T = 1$	Entre 0,8 y 1
	$T > 20\text{ °C}$	$T = 1 - (t - 20) \times 0,0125$	
A	$DQO \leq 10\text{ mg/l}$	$A = 30 - DQO$	Entre 0 y 30
	$60\text{ mg/L} \geq DQO > 10\text{ mg/L}$	$A = 21 - (0,35 \times DQO)$	
	$DQO > 60\text{ mg/L}$	$A = 0$	
B	$SST \leq 100\text{ mg/L}$	$B = 25 - (0,15 \times SST)$	Entre 0 y 25
	$250\text{ mg/L} \geq SST > 100\text{mg/L}$	$B = 17 - (0,07 \times SST)$	
	$> 250\text{ mg/L}$	$B = 0$	
C	$OD < 10\text{ mg/L}$	$C = 2,5 \times OD$	Entre 0 y 25
	$OD \geq 10\text{ mg/L}$	$C = 25$	
D	$CE \leq 4000\ \mu\text{S}/\text{cm}$	$D = (3,6 - \log CE) \times 15,4$	Entre 0 y 20
	$CE > 4000\ \mu\text{S}/\text{cm}$	$D = 0$	

Fuente: (Pacheco et al., 2019.)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El resultado del ISQA arroja valores entre 0 y 100, que corresponden a valores pésimos y óptimos respectivamente. **Tabla 8**

Tabla 8. Clasificación de la Calidad de Agua del ISQA

Clase	Valor ISQA	Calidad	Color	Significado
I	Mayor de 150	Buena	Azul	Aguas muy Limpias

	Entre 101-150			
II	61-100	Aceptable	Verde	Aguas no contaminadas Son evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Dudosa	Amarillo	Aguas contaminadas
IV	16-35	Crítica	Naranja	Aguas muy contaminadas
V	Menor de 15	Muy crítica	Rojo	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: (Alonso, 2018.)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Puntos de muestreo, parámetros fisicoquímicos y microbiológico del agua del río Yanayacu, en dos épocas del año

11.1.1. Descripción de la zona de estudio

Se realizó una exploración a lo largo del río Yanayacu para identificar las fuentes contaminantes como lugares accesibles para proceder a la toma de muestras, puesto que el lugar presenta pendientes pronunciadas, por lo cual se consideró tres puntos de muestreo como lo es el punto alto la toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, el punto medio es el puente de Yanayacu y punto bajo es la mina del señor Haro. **Figura 3**

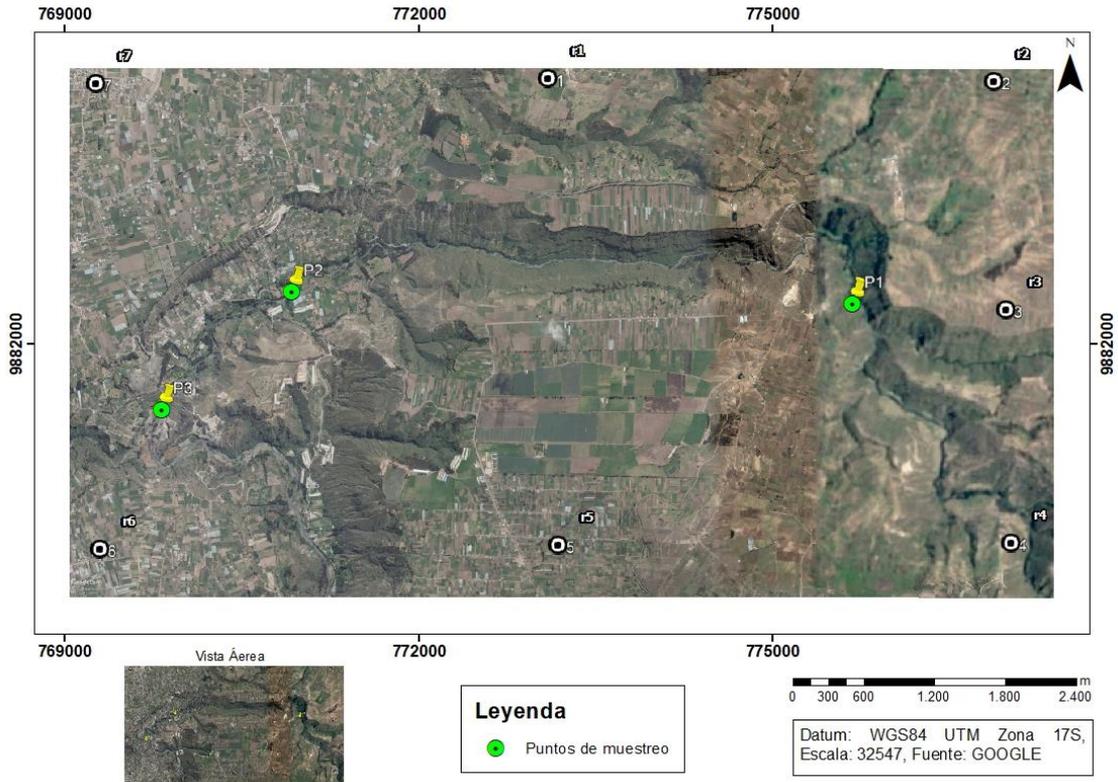


Figura 3. Puntos de muestreo en la zona de estudio

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

La exploración e identificación de fuentes contaminantes y puntos estratégicos para realizar la investigación es de suma importancia, para la valoración de la calidad del agua, la cual es la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con su calidad natural, los efectos humanos y usos posibles, con ello se obtiene resultados claves para la determinación de la calidad del agua para el estudio (Fernández & Guardado, 2020), es por esto que las actividades antrópicas es el factor principal que afecta considerablemente a la calidad del recurso hídrico, según (Imbago, 2015), en el Ecuador la contaminación de los ríos es una de las problemáticas más antiguas en el tema ambiental, debido al incremento de la población, con ello el incremento de los desperdicios orgánicos, desagües cloacales y químicos que son vertidos a los cuerpos de agua por las diferentes actividades antrópicas que se realizan. Mediante la visita de campo a lo largo del río se determinó tres puntos de muestreo (Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi – San Juan; puente Yanayacu y la mina del Señor Haro), evidenciando la contaminación antrópica que existe en el lugar, por diferentes actividades agrícolas, ganaderas y mineras que existen a lo largo del río Yanayacu. (Maiquiza & Tonato, 2015)

Punto alto. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan: la investigación se basa en la calidad de agua para uso agrícola, la cual este punto es una de las captaciones de agua que el río tiene para este fin, por lo cual se consideró como punto estratégico dentro del estudio, además se observó la presencia de ganado vacuno a las orillas del cauce.

Punto medio. Puente de Yanayacu: por ser de fácil acceso las personas realizan varias actividades a orillas del río, dejando residuos que son arrastrados por el cauce, también realizan el lavado de tubérculos para su posterior expendio, por consiguiente, este punto fue considerado para la investigación.

Punto bajo. Mina del Señor Haro, por actividades antrópicas como es la minería que se realiza a orillas del río, fue considerado como el último punto para la investigación, puesto que el material es arrastrado por el cauce, además por ser una zona que cuenta con un extenso valle, fueron localizados lugares turísticos (piscinas) que desembocan al río.

11.1.2. Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos analizados en Época Seca y Húmeda

En la **Tabla 9** y **Tabla 10** se presenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en época seca y húmeda del río Yanayacu en tres puntos de muestreo con su respectivo valor analizado de cada parámetro, para la época seca se realizó el promedio de las tres muestras tomadas por cada punto para obtener un valor general, para su posterior comparación con la normativa ambiental.

Tabla 9. Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos (Época Seca)

Parámetro	Unidad	Resultado			Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 y 4
		P1	P2	P3	
Arsénico	mg/L	0,011	0,052	0,01	0,1
Boro	mg/L	0,3	0,3	0,3	0,75
Coliformes fecales	NMP/100ml	15,9	41	13	1000
Conductividad	Milimhos/cm	0,306	0,376	0,373	0,7
Cromo	mg/L	0,041	0,041	0,041	0,1
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,75	7,86	8,48	3
pH	UpH	7,74	8,17	8,54	6 – 9
Sodio	meq/L	0,86	1,17	1,26	3

LEYENDA

P1 Toma de agua del Proyecto de Riego Anchilivi – San Juan

P2: Puente Yanayacu

P3: Mina del Señor Haro

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Tabla 10. Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos (Época Húmeda)

Parámetro	Unidad	Resultado			Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 y 4
		P1	P2	P3	
Arsénico	mg/L	0,008	0,008	0,008	0,1
Boro	mg/L	0,3	0,3	0,3	0,75
Coliformes fecales	NMP/100ml	33	79	79	1000
Conductividad	Milimhos/cm	0,385	0,427	0,386	0,7
Cromo	mg/L	0,041	0,041	0,041	0,1
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,04	7,03	7,31	3
pH	UpH	7,75	8,17	8,27	6 – 9
Sodio	meq/L	1,15	1,47	1,52	3

LEYENDA

P1 Toma de agua del Proyecto de Riego Anchilivi - San Juan

P2: Puente Yanayacu

P3: Mina del Señor Haro

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Los parámetros fisicoquímicos para el Índice simplificado de calidad de agua (ISQA) se presentan en la **Tabla 11 y 12**, para las dos épocas del año del río Yanayacu en tres puntos de muestreo con su respectivo valor analizado de cada parámetro, para la época seca se realizó el promedio de las tres muestras tomadas por cada punto para obtener un valor general.

Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos aplicados en el ISQA para Época Seca

Parámetro	Unidad	Resultado		
		P1	P2	P3
Conductividad	µS/cm	0,306	0,376	0,373
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,75	7,86	8,48
DQO	mg/L	20	20	20
Sólidos totales	mg/L	185,3	211	226
Temperatura	°C	12,65	15,95	15.5

LEYENDA

P1 Toma de agua del Proyecto de Riego Anchilivi - San Juan

P2: Puente Yanayacu

P3: Mina del Señor Haro

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos aplicados en el ISQA para Época Húmeda

Parámetro	Unidad	Resultado		
		P1	P2	P3
Conductividad	μS/cm	0,385	0,427	0,386
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,04	7,03	7,31
DQO	mg/L	20	20	20
Sólidos totales	mg/L	205	225	222
Temperatura	°C	15,5	17,95	19,45

LEYENDA

P1 Toma de agua del Proyecto de Riego Anchilivi - San Juan
P2: Puente Yanayacu
P3: Mina del Señor Haro

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

La determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos dependen de las actividades y usos que tenga el cuerpo de agua, como del objetivo de la investigación (Caho & López, 2017), mismo que está enfocado a evaluar la calidad de agua para uso agrícola, lo cual se consideró las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios. Asimismo, permitirá incorporar el aseguramiento y control de calidad del monitoreo (Barreto, 2010), con el fin de obtener resultados idóneos para el estudio.

Es fundamental determinar parámetros específicos de acuerdo a cada fin de investigación, tomando en cuenta normativas ambientales vigentes (Cantuña, 2017). Es por ello que dentro de la investigación se determinó once parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como arsénico, boro, coliformes fecales, conductividad CE, cromo, demanda química de oxígeno DQO, oxígeno disuelto, potencial hidrógeno pH, sodio, sólidos totales y temperatura para evaluar la calidad de agua para riego del río Yanayacu, lo cual (Cantuña, 2017) en su investigación concuerda con la mayoría de los parámetros escogidos, adicional en el estudio realizado por (Cisneros, 2015) de la Determinación de la calidad de agua del río Yanayacu en los sectores Bellavista y Yanayacu del cantón Salcedo, los parámetros evaluados para aguas de uso agrícola, se ajustan a los determinados para nuestra investigación. Y en cuanto al Índice simplificado de calidad de agua (ISQA) los parámetros ya están establecidos en este caso son cinco.

11.2.Comparación de los resultados obtenidos mediante triangulación de conceptos y con la normativa vigente. (Acuerdo Ministerial 097 A, ANEXO 1, TABLA 3 y 4).

11.2.1. Comparación de los resultados de los parámetros analizados del río Yanayacu con el Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 Tabla 3. Criterios de calidad de aguas para

riego agrícola y Tabla 4. Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego en Época Seca.

Para época seca se realizaron tres muestras por cada punto, mismas que se hizo un promedio para su posterior comparación de cada parámetro muestreado en los tres puntos de muestreo con la normativa vigente. (Gráfico 1,2,3,4,5,6,7 y 8)

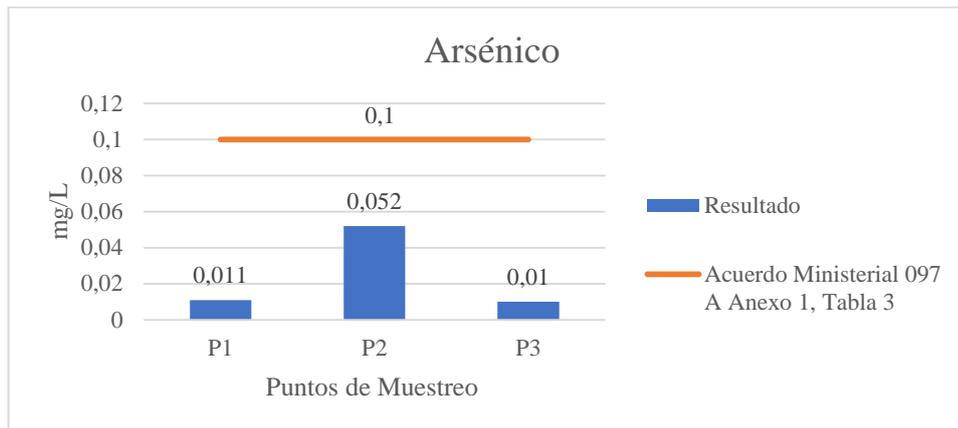


Gráfico 1. Arsénico en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Se determinó que el parámetro arsénico según el Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, cumple con los límites máximos permisibles (LMP) en los puntos alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), con resultados de 0,011 mg/L; 0,052 mg/L; 0,01 mg/L respectivamente son inferiores a lo que establece la normativa ya mencionada siendo de 0,1 mg/L.

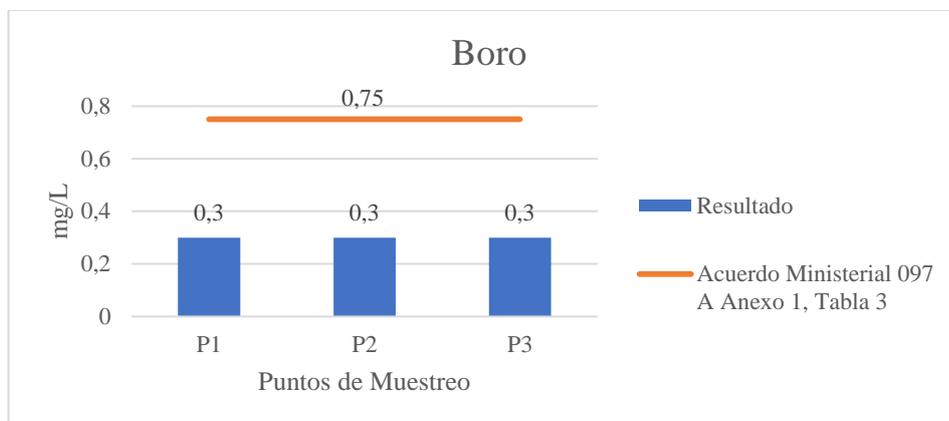


Gráfico 2. Boro, en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Según el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, el parámetro boro se encuentra dentro de los límites máximos permisibles (LMP) en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro), siendo el mismo resultado de 0,3 mg/L para los tres puntos respectivamente, por consiguiente, cumple a lo establecido en el acuerdo con un valor de 0,75 mg/L.

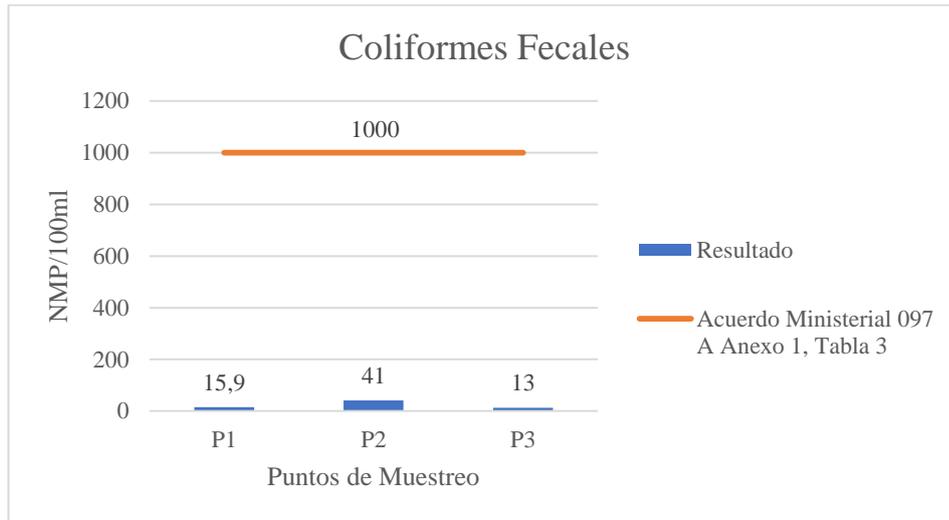


Gráfico 3. Coliformes fecales, en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Mediante la comparación realizada con los resultados de los tres puntos de muestreo alto, medio y bajo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) con 15,9 NMP/100ml; 41 NMP/100ml; 13 NMP/100ml, respectivamente del parámetro microbiológico de coliformes fecales con el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, con un límite máximo permisible (LMP) de 1000 NMP/100ml, en el cual se establece el cumplimiento del parámetro.

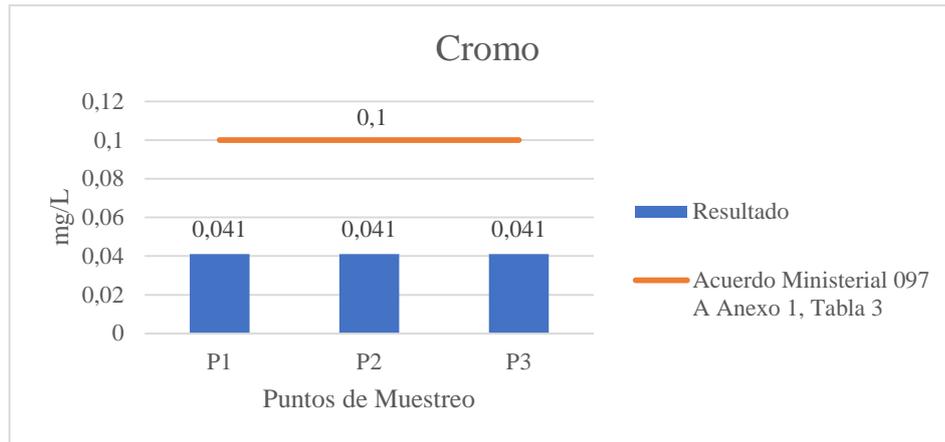


Gráfico 4. Cromo en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El resultado para el parámetro cromo en los tres puntos de muestreo, alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), es de 0,041 mg/L para cada punto, lo cual, cumple con los límites máximos permisibles (LMP) que se encuentra en un valor de 0,1 mg/L, mismo que establece el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

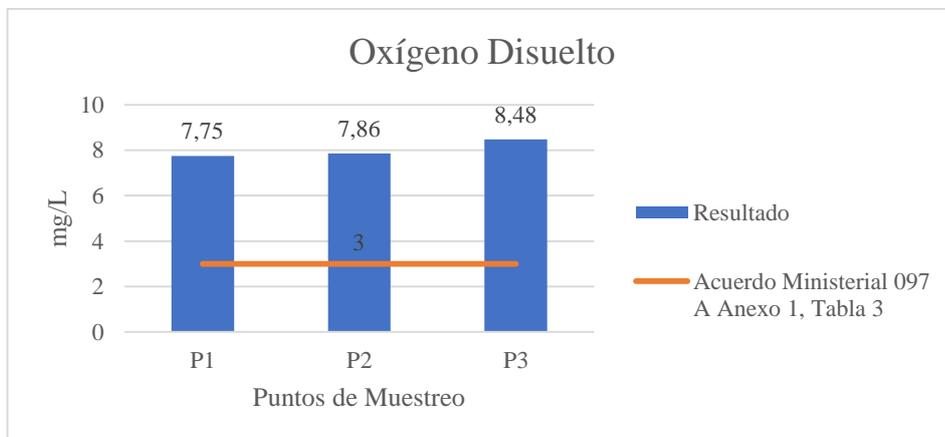


Gráfico 5. Oxígeno disuelto en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, establece los límites máximos permisibles (LMP) para el parámetro oxígeno disuelto, con un valor de 3 mg/L, siendo este el valor más bajo que puede presentarse en el agua. En los puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro), el parámetro tiene valores de 7,75 mg/L; 7,86 mg/L y 8,48 mg/L respectivamente, lo cual, cumple con la normativa, ya que los

resultados sobrepasan los LMP, debido a que el nivel más alto de oxígeno disuelto indica una mejor calidad de agua.

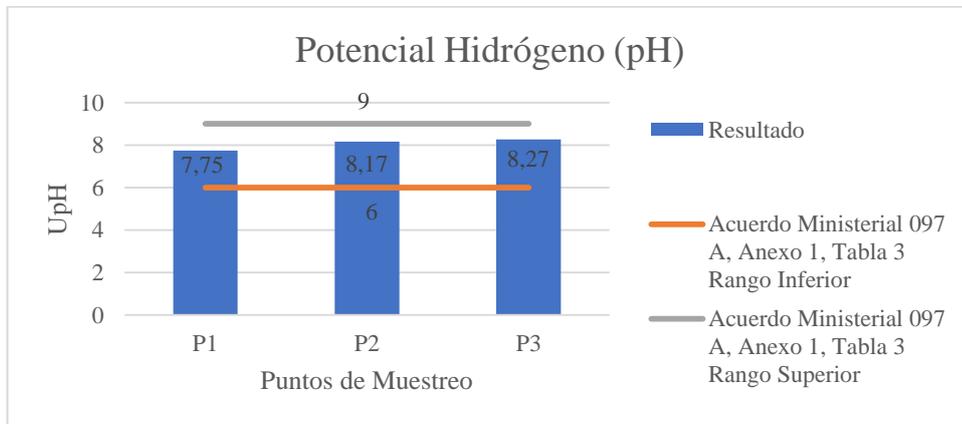


Gráfico 6. Potencial Hidrógeno pH en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El pH en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) muestra valores de 7,74; 8,17 y 8,54 respectivamente determinando un comportamiento ligeramente alcalino, la cual en el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, el límite máximo permisible (LMP) es de 6, siendo el límite inferior y 9 el límite superior, el cual se cumple.

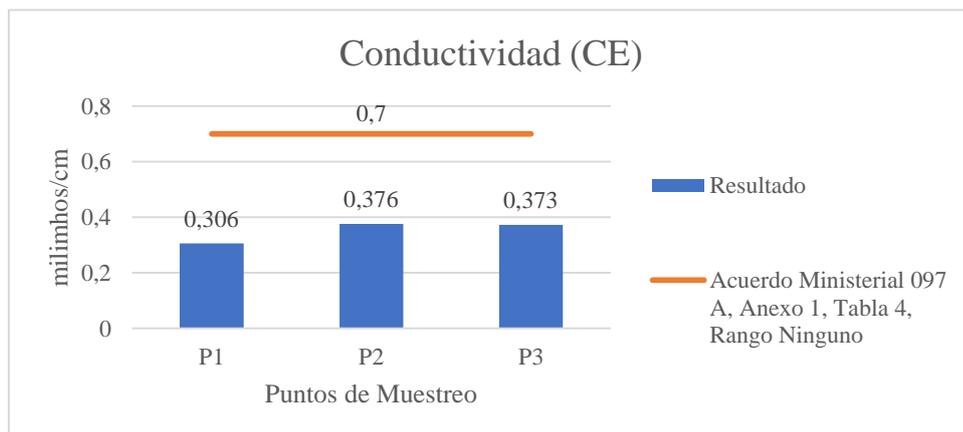


Gráfico 7. Conductividad (CE) en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

En el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, presenta tres rangos de calidad, siendo estos Ninguno, Ligero y Grave, por lo

cual, los resultados del parámetro conductividad (CE) se encuentra en el rango ninguno con un valor de 0,7 milimhos/cm, en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro), con valores de 0,306 milimhos/cm; 0,376 milimhos/cm; 0,373 milimhos/cm respectivamente, cumpliendo así con una óptima calidad de agua.

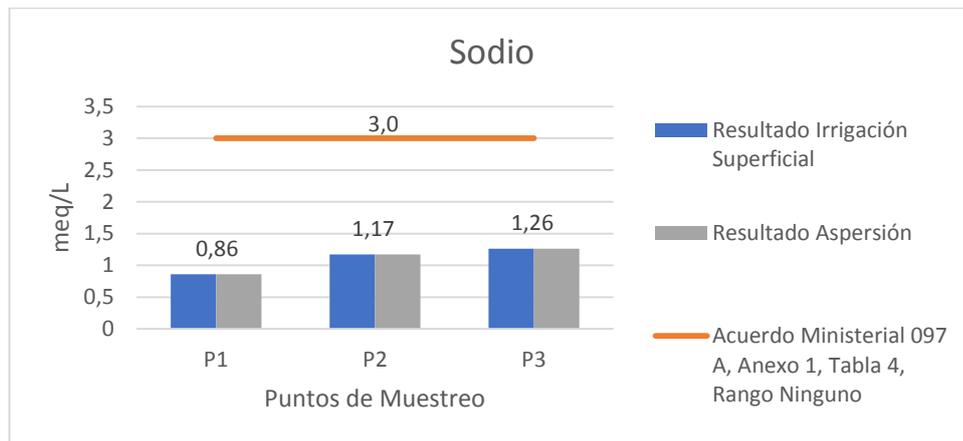


Gráfico 8. Sodio en tres puntos de muestreo (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

En los puntos, alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), el parámetro sodio tiene valores de 0,86 meq/L; 1,17 meq/L; 1,26 meq/L respectivamente, el cual, se encuentra en el rango Ninguno con un valor de 3 meq/L, tanto para irrigación superficial y aspersión, cumpliendo así con buena calidad de agua, según el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.

11.2.2. Comparación de los resultados de los parámetros analizados del río Yanayacu con el Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 Tabla 3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y Tabla 4. Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego en Época Húmeda.

Para época seca se realizaron tres muestras por cada punto, mismas que se hizo un promedio para su posterior comparación de cada parámetro muestreado en los tres puntos de muestreo con la normativa vigente. (Gráfico 9,10,11,12,13,14,15 y 16)

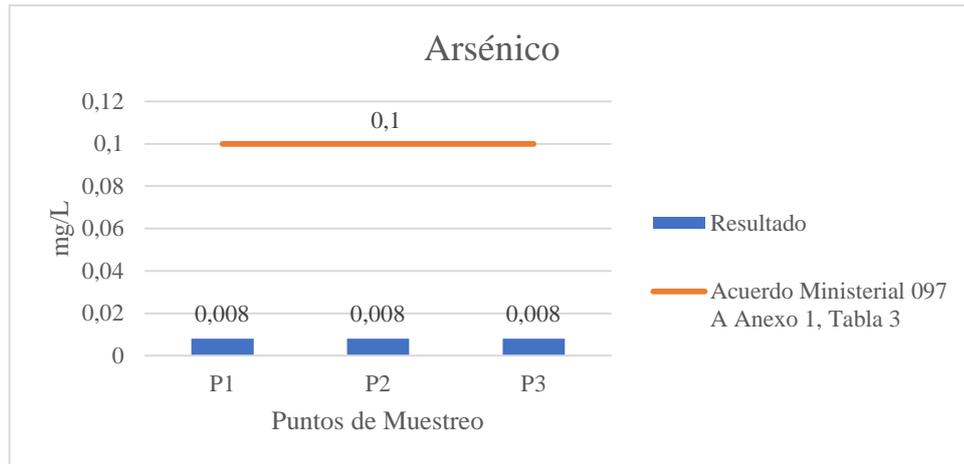


Gráfico 9. Arsénico, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Para el parámetro arsénico según el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, cumple con los límites máximos permisibles (LMP) en los puntos alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), con resultados de 0,008 mg/L en los tres puntos, son inferiores a lo que establece la normativa ya mencionada siendo de 0,1 mg/L.

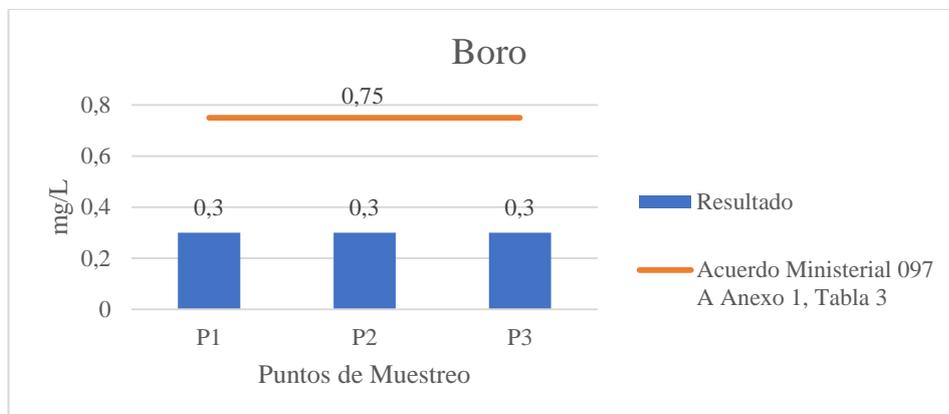


Gráfico 10. Boro, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Según el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, el parámetro boro se encuentra dentro de los límites máximos permisibles (LMP) en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro), siendo el mismo resultado de 0,3 mg/L para los tres puntos respectivamente, por consiguiente, cumple a lo establecido en el acuerdo con un valor de 0,75 mg/L.

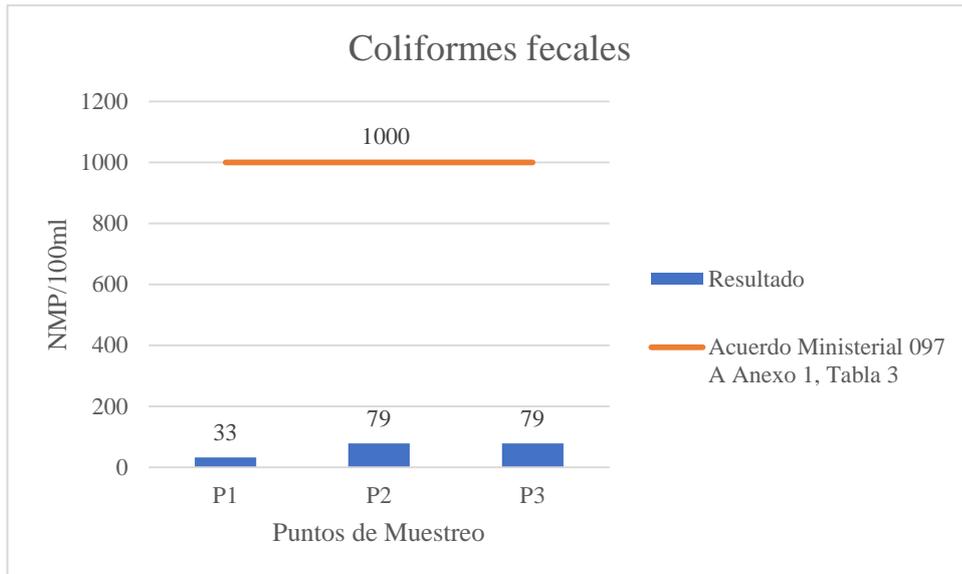


Gráfico 11. Coliformes fecales, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Mediante la comparación realizada con los resultados de los tres puntos de muestreo alto, medio y bajo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) con 33 NMP/100ml; 79 NMP/100ml; 79 NMP/100ml, respectivamente del parámetro microbiológico de coliformes fecales con el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, con un límite máximo permisible (LMP) de 1000 NMP/100ml, en el cual se establece el cumplimiento del parámetro.

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

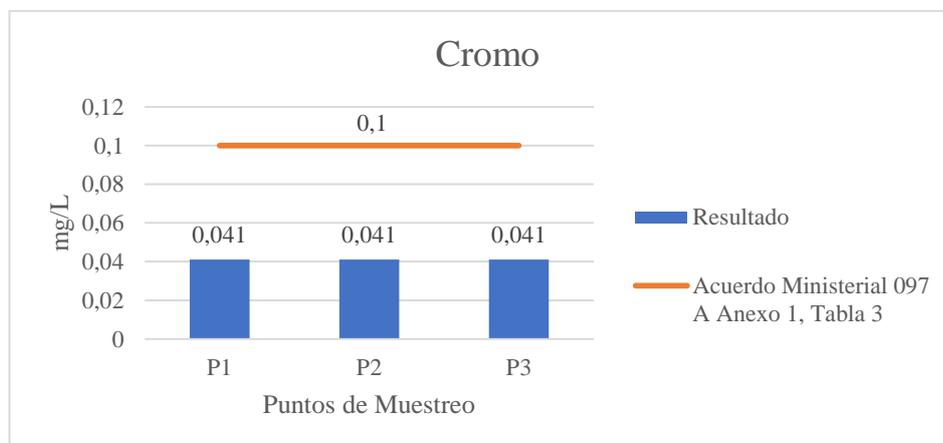


Gráfico 12. Cromo, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El resultado para el parámetro cromo en los tres puntos de muestreo, alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), es de 0,041 mg/L para cada punto, lo cual, cumple con los límites máximos permisibles (LMP) que se encuentra en un valor de 0,1 mg/L, mismo que establece el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

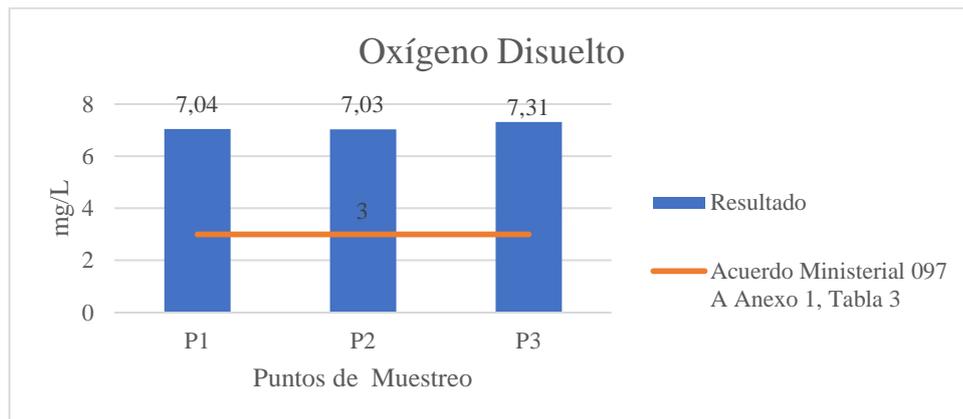


Gráfico 13. Oxígeno Disuelto, en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, establece los límites máximos permisibles (LMP) para el parámetro oxígeno disuelto, con un valor de 3 mg/L, siendo este el valor más bajo que puede presentarse en el agua. En los puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro), el parámetro tiene valores de 7,04 mg/L; 7,03 mg/L y 7,31 mg/L respectivamente, lo cual, cumple con la normativa, ya que los resultados sobrepasan los LMP, debido a que el nivel más alto de oxígeno disuelto indica una mejor calidad de agua.

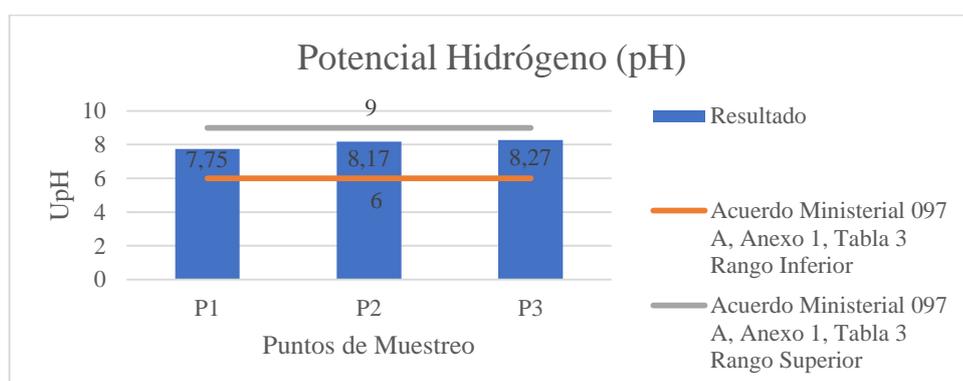


Gráfico 14. Potencial Hidrógeno (pH), en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El pH en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) muestra valores de 7,75; 8,17 y 8,27 respectivamente determinando un comportamiento ligeramente alcalino, es por esto que en el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, el límite máximo permisible (LMP) es de 6, siendo el límite inferior y 9 el límite superior, el cual se cumple.

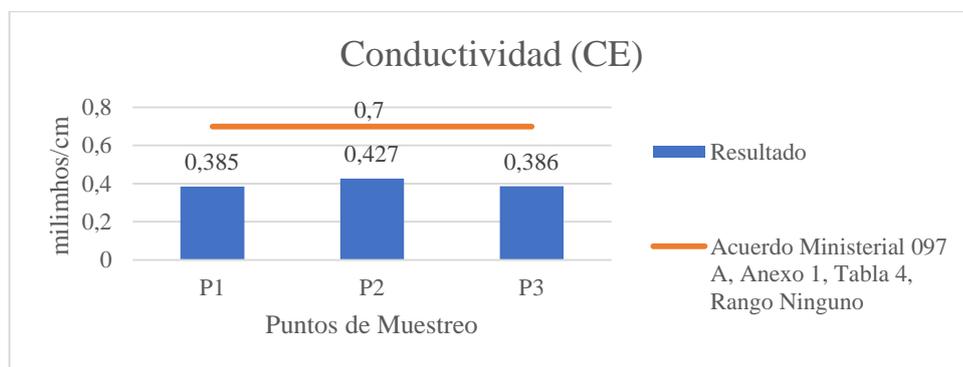


Gráfico 15. Conductividad (CE), en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

En el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, presenta tres rangos de calidad, siendo estos Ninguno, Ligero y Grave, por lo cual, los resultados del parámetro conductividad (CE) se encuentra en el rango ninguno con un valor de 0,7 milimhos/cm, en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro), con valores de 0,385 milimhos/cm; 0,427 milimhos/cm; 0,386 milimhos/cm respectivamente, cumpliendo así con una óptima calidad de agua.



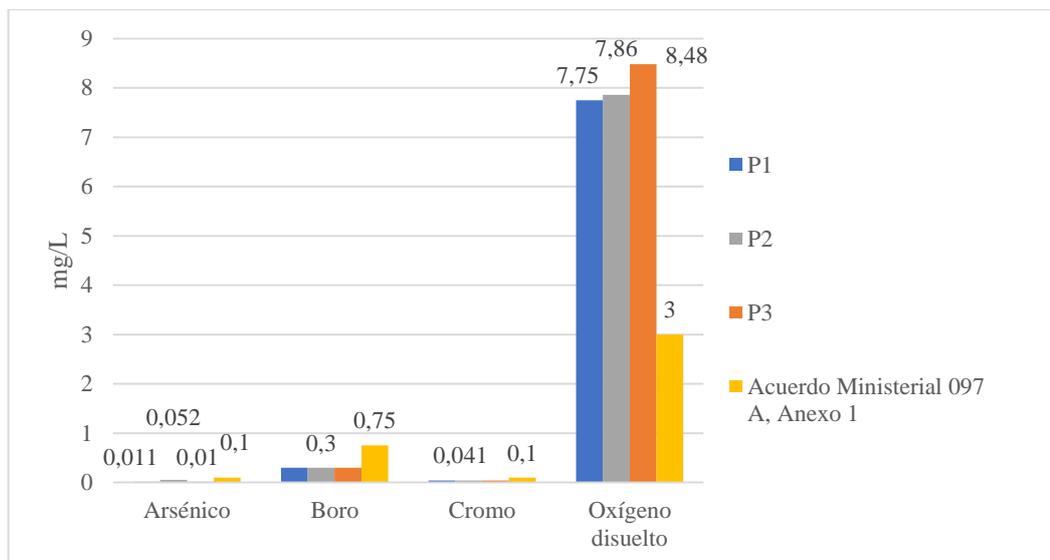
Gráfico 16. Sodio en tres puntos de muestreo (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

En los puntos, alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), el parámetro sodio tiene valores de 1,15 meq/L; 1,47 meq/L; 1,52 meq/L respectivamente, el cual, se encuentra en el rango Ninguno con un valor de 3 meq/L, tanto para irrigación superficial y aspersión, cumpliendo así con buena calidad de agua, según el Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.

11.2.3. Resultados de los parámetros analizados del río Yanayacu en Época Seca y Húmeda

Se realizó un promedio de las concentraciones de los parámetros en los tres puntos de muestreo tomados en la época seca para determinar un valor general, puesto que para dicha época se tomaron tres muestras por punto en el mes de agosto. (Gráfico 17, 18, 19, 20, 21), se respetó cada unidad de los parámetros.

**Gráfico 17.** Parámetros analizados (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Los parámetros analizados (arsénico, boro, cromo, oxígeno disuelto) de las muestras de agua tomadas en tres puntos del río Yanayacu, alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), se compararon con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, la cual los cuatro parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP), para época seca.

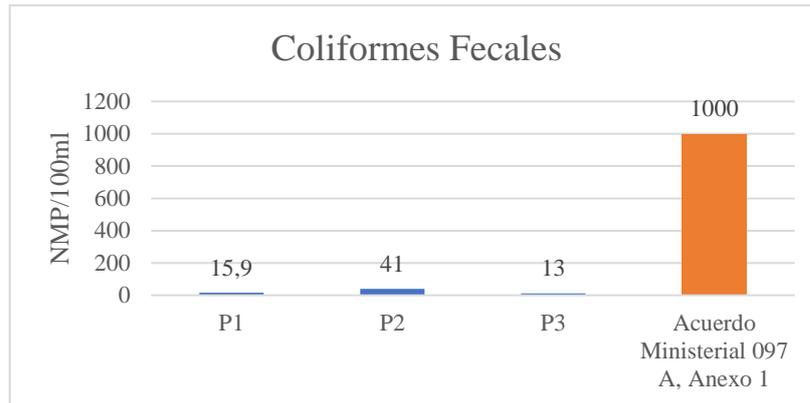


Gráfico 18. Coliformes fecales (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El parámetro coliformes fecales se encuentra dentro de los límites máximos permisibles comparado con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) en época seca.

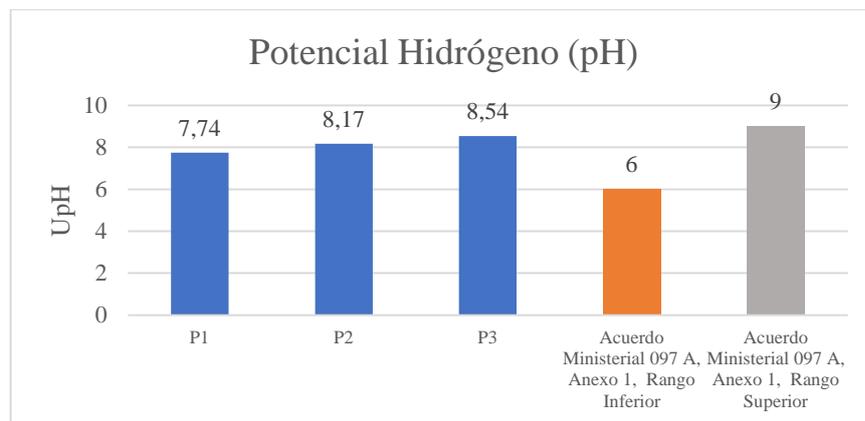


Gráfico 19. Potencial Hidrógeno (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El potencial hidrógeno en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) se encuentra dentro de los límites máximos permisibles comparado con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola en época seca.

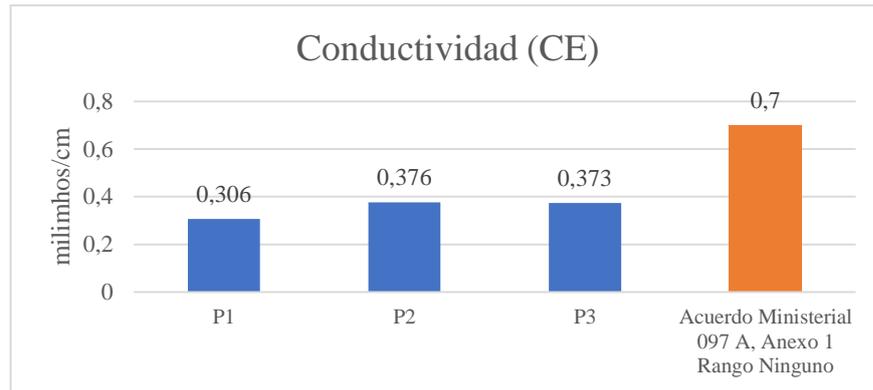


Gráfico 20. Conductividad (CE) (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

La concentración del parámetro conductividad eléctrica se comparó con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego el cual se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, encontrándose en el rango ninguno para época seca en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro).

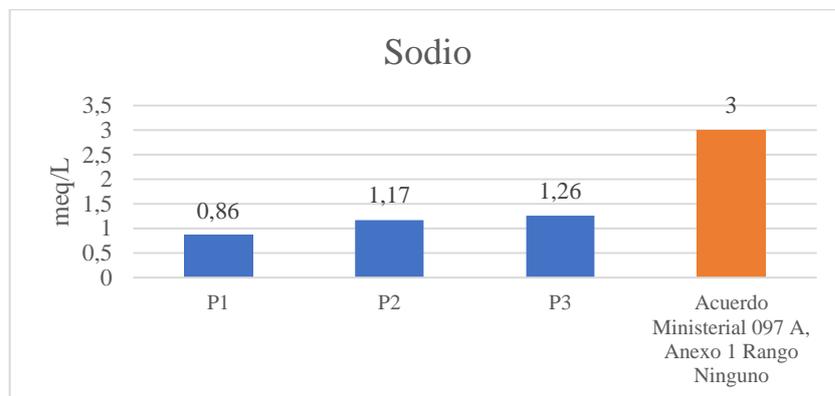


Gráfico 21. Sodio (Época Seca)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

La concentración del sodio en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) se encuentra dentro de los límites máximos permisibles comparado con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, encontrándose en el rango ninguno para época seca.

Para la época húmeda no fue necesario realizar el procedimiento anterior debido a que solo se tomó una muestra en el mes de diciembre obteniendo las concentraciones de los parámetros para dicha época, sin embargo, se evidenció un leve incremento en las concentraciones de

varios parámetros a diferencia de la época seca. (**Gráfico 22, 23, 24, 25, 26**), se respetó cada unidad de los parámetros.

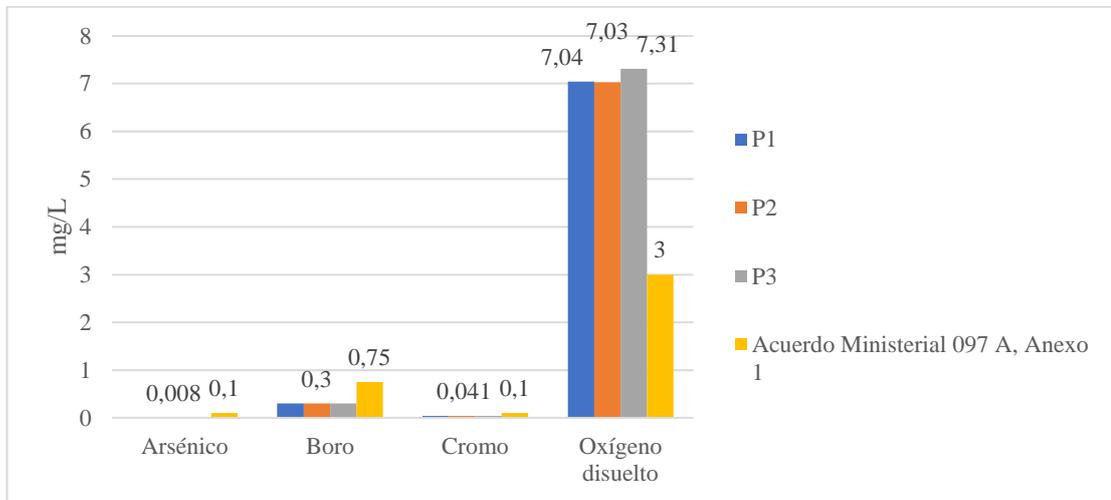


Gráfico 22. Parámetros analizados (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Los parámetros analizados (arsénico, boro, cromo, oxígeno disuelto) de las muestras de agua tomadas en tres puntos del río Yanayacu, alto (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan), medio (P2. Puente Yanayacu) y bajo (P3. Mina del Sr. Haro), se compararon con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, la cual los cuatro parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP), para época húmeda.

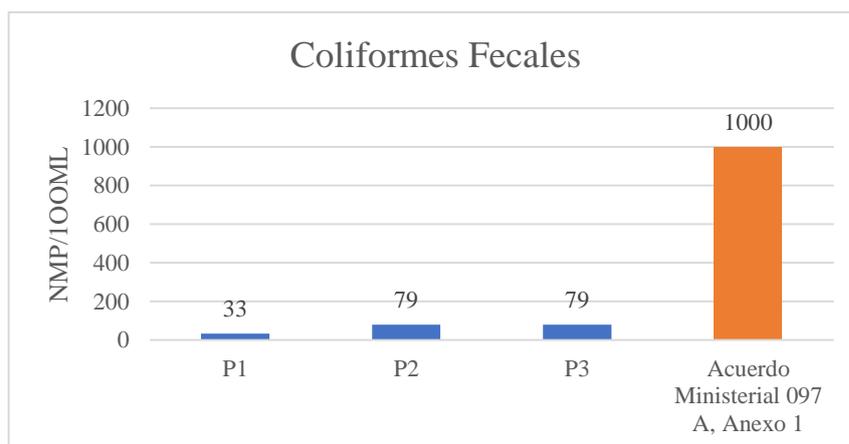


Gráfico 23. Coliformes Fecales (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El parámetro coliformes fecales se encuentra dentro de los límites máximos permisibles comparado con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas

para riego agrícola en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) en época húmeda.

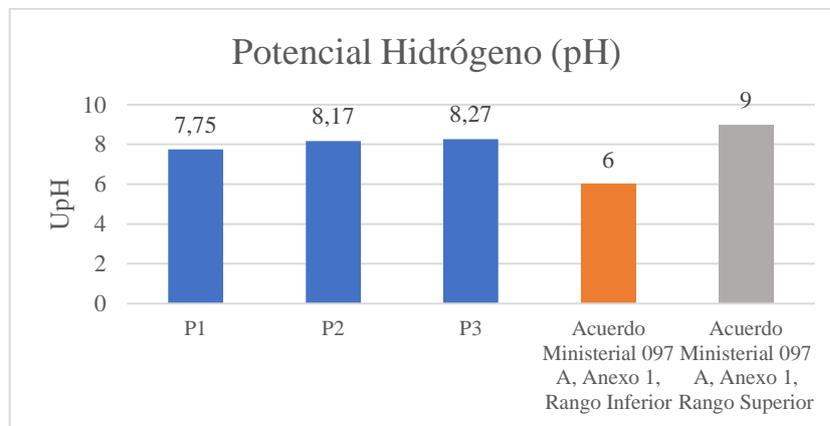


Gráfico 24. Potencial Hidrógeno (pH) (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

El potencial hidrógeno en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) se encuentra dentro de los límites máximos permisibles comparado con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola en época húmeda.

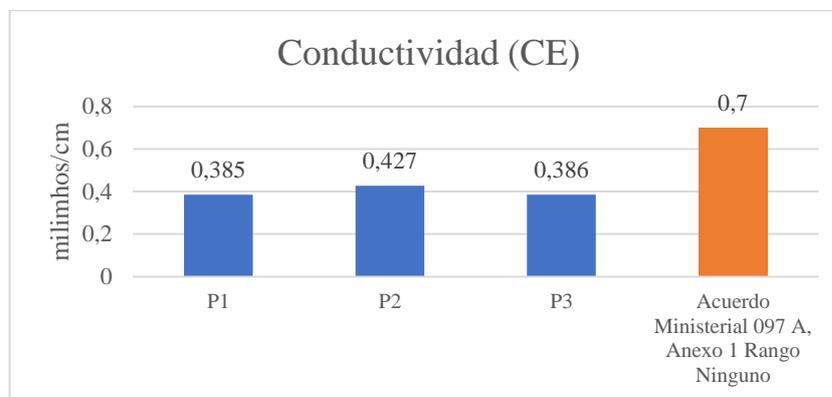


Gráfico 25. Conductividad (CE) (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

La concentración del parámetro conductividad eléctrica se comparó con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego el cual se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, encontrándose en el rango ninguno para época húmeda en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro).

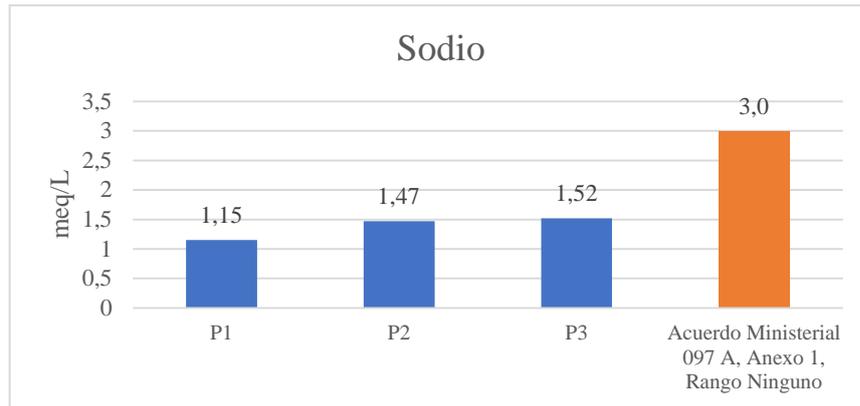


Gráfico 26: Sodio (Época Húmeda)

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

La concentración del sodio en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) se encuentra dentro de los límites máximos permisibles comparado con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1 Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, encontrándose en el rango ninguno para época seca.

11.2.4. Comparación de conceptos de investigaciones afines a los resultados de los parámetros analizados

En la presente investigación se analizaron siete parámetros fisicoquímicos y un microbiológico en tres puntos de muestreo, en el periodo 2021 – 2022, los cuales para época seca se tomó tres muestras, por consiguiente se realizó un promedio para obtener un valor general de la época, sin embargo para la época húmeda esto no fue necesario debido a que solo se hizo una toma, estos análisis fueron comparados con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 3 y 4 correspondientes a uso agrícola, mismo que está enfocado el estudio, cumpliendo con los límites máximos permisibles para este fin, (los resultados detallados se muestran en el anterior apartado), corroborando con los resultados obtenidos en la investigación: Determinación de la calidad de agua del río Yanayacu en los sectores Bellavista y Yanayacu del Cantón Salcedo en el período 2014 realizada por Cisneros (2015), en ocho puntos de muestreo a lo largo del río Yanayacu, con resultados: dentro del Análisis Físico Químico no existe contaminación, en el Análisis Físico Bacteriológico no se encuentra parámetros que sobrepasen los límites máximos permisibles establecidos, es decir, los análisis de agua para usos agrícolas se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP), cabe mencionar que el autor de esta investigación comparó sus resultados con la normativa

ambiental TULAS Tabla 6 Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.

En la época húmeda existe un mínimo incremento en la concentración de varios parámetros, lo cual Cisneros (2015) expone en su investigación que obtuvo una minúscula variabilidad de las concentraciones en dicha época, debido a que el río Yanayacu recibe las descargas de las compuertas de la laguna de Pisayambo manteniendo su cauce constante, lo cual, no hay mayor diferencia en los valores entre épocas, sin embargo la cantidad de minerales presentes en época húmeda es en porcentaje mayor a la época seca.

Adicional los parámetros analizados en la investigación, como respaldo fueron comparados con el Decreto Supremo N° 015- 2015- MINAM de Perú, lo cual mantienen los límites máximos permisibles, dejando en claro que es para agua de riego de uso agrícola, puesto que, (Pulotasig & Millingalle, 2014) afirman en su investigación: Caracterización de los contaminantes físicos y químicos presentes en el Río Yanayacu del cantón Salcedo, 2013 que el agua del río Yanayacu no es apta para consumo humano, ya que los parámetros no cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) comparados con la normativa INEN 1108.

11.3. Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA) en Época Seca y Húmeda

Mediante las ecuaciones de la tabla 7 se realizó el cálculo del ISQA y los resultados fueron analizados con la tabla 8, determinando la calidad del agua en los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro) como dudosa, en la época seca y húmeda, debido a que se encuentran dentro de los valores de 36 a 60, lo que representa como aguas contaminadas. **Tabla 13, Tabla 14**

Tabla 13. Calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA en Época Seca.

Puntos	Temperatura	DQO	Sólidos totales	Oxígeno Disuelto	Conductividad (CE)	ISQA	Calidad
P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi-San Juan	1	14	4,029	19,38	17,16	54,57	Dudosa
P2. Puente Yanayacu	1	14	2,23	19,65	15,77	51,65	Dudosa
P3. Mina del Sr. Haro	1	14	1,18	21,2	15,83	52,21	Dudosa

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Tabla 14. Calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA en Época Húmeda

Puntos	Temperatura	DQO	Sólidos totales	Oxígeno Disuelto	Conductividad (CE)	ISQA	Calidad
P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi-San Juan	1	14	2,65	17,6	15,6	49,85	Dudosa
P2. Puente Yanayacu	1	14	1,25	17,6	14,93	47,78	Dudosa
P1. Mina del Sr. Haro	1	14	1,46	18,28	15,60	49,34	Dudosa

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Para la época seca y húmeda se realizó el promedio de los parámetros de temperatura, demanda química de oxígeno DQO, sólidos totales, oxígeno disuelto y conductividad CE de los tres puntos de muestreo (P1. Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi - San Juan, P2. Puente Yanayacu y P3. Mina del Sr. Haro), obteniendo un valor de 52,8 y 48,9 respectivamente, la cual se encuentra en el rango de 36 a 60 dando una calidad de agua dudosa, que representa a aguas contaminadas. **Tabla 15, Tabla 16**

Tabla 15. Calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA para Época Seca.

ISQA. Época Seca			
Parámetro	Valor	ISQA	Calidad
Temperatura	1	52,8	Dudosa
DQO	14		
Sólidos totales	2,48		
Oxígeno Disuelto	20,07		
Conductividad (CE)	16,25		

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Tabla 16. Calidad del agua del río Yanayacu para uso agrícola según los resultados del ISQA para Época Húmeda.

ISQA. Época Húmeda			
Parámetro	Valor	ISQA	Calidad
Temperatura	1		Dudosa
DQO	14	48,99	
Sólidos totales	1,78		
Oxígeno Disuelto	17,8		
Conductividad (CE)	15,4		

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

Se realizó la comparación con el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA), el cual muestra una calidad de agua dudosa, Maiquiza & Tonato (2020) consideran que el agua del río Yanayacu es de rango dudosa o mala, es decir se encuentra en el rango de aguas contaminada, sin embargo, la calidad de agua de rango dudosa es apta para uso de recreación para navegación, refrigeración y riego en cultivos muy resistentes (Iza, 2020). El agua del río Yanayacu es apta para uso agrícola de acuerdo a la normativa vigente, sin embargo las autoridades competentes deben implementar un plan de manejo integral y cuidado del recurso, minimizando los niveles de contaminación y conservando el ecosistema del lugar.

12. IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN

12.1. Impactos Ambientales

Los habitantes de los barrios Carlos Santo y San Juan pertenecientes al sector de Huapante que colinda con el río Yanayacu, descargan sus aguas servidas a una planta de tratamiento no adecuada correctamente, misma que desembocaba en el río, afectando negativamente a la flora y fauna propia del lugar, por esta razón la defensora del pueblo de Cotopaxi, hace años atrás donde empezaba el problema expuesto, solicitó una acción de protección para pedir una garantía de los derechos de la naturaleza del río Yanayacu, para evitar la contaminación del recurso hídrico, además se evidencia la presencia de mineras, industrias, residuos agrícolas y recreacionales deteriorando la calidad del agua del río, por tal razón la investigación ayudó a conocer la calidad del agua para uso agrícola, ya que este efluente cuenta con tres captaciones de agua para este fin, el estudio al ser público posterior a su publicación en la página de la universidad proveerá de datos confiables para futuras investigaciones y en especial al GAD

del cantón Salcedo y así implementar monitoreos y análisis de agua constantes como actividades para ayudar a la conservación de los recursos naturales.

12. PRESUPUESTO

El presupuesto para el proyecto de investigación denominada “**Evaluación de calidad del agua del río Yanayacu ubicado en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi periodo 2021 - 2022**”, están sujetos a los costos de recursos humanos, tecnológicos, oficina y otros, los cuales fueron utilizados para el desarrollo del proyecto, como se detallan a continuación.

Tabla 17. Presupuesto

Recursos	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Materiales y suministros				
	Cuaderno de campo	1	1,25	1,25
	Etiquetas adhesivas	1	0,5	0,5
	Lápiz	1	0,3	0,3
	Guantes	1 caja	3	3
	Botellas de litro de vidrio ambar	24	1,25	30
	Frascos de muestras para orina	12	0,25	3
Otros recursos				
	Transporte	6	10	60
	Análisis de muestras	12	132,48	1589,76
Edición y presentación				
	Impresiones	3	0,02	5,4
	Anillados	3	0,8	2,4
Subtotal				1695,61
10% de imprevistos				169,561
TOTAL				1865,171

Elaborado por: Selena Quishpe, 2022

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- La exploración de la zona permitió reconocer fuentes contaminantes y puntos estratégicos para la elaboración de la investigación, identificando una captación de agua para riego, lugares turísticos con presencia de residuos al borde del río y una minería, además se obtuvo la georreferenciación de los puntos generando el mapa de ubicación de los tres puntos de muestreo, de la misma forma se identificó siete parámetros fisicoquímicos y un microbiológicos (arsénico, boro, coliformes fecales, conductividad CE, cromo, oxígeno disuelto, potencial hidrogeno pH, sodio), para su posterior comparación con la normativa y cinco parámetros fisicoquímicos (conductividad CE, demanda química de oxígeno DQO, oxígeno disuelto, sólidos totales, temperatura) para la determinación del ISQA.
- Los análisis de los ocho parámetros fisicoquímico y microbiológico arrojaron resultados con una mínima variación en las concentraciones de los mismos entre las dos épocas, teniendo un incremento en época húmeda por la mayor cantidad de minerales arrastrados por el río, sin embargo, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de acuerdo con la Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y la Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego del Acuerdo Ministerial 0 97 A Anexo 1, para las dos épocas del año.
- Las concentraciones de los cinco parámetros fisicoquímicos empleadas en las ecuaciones para la determinación del índice simplificado de calidad de agua (ISQA) en cada época del año ayudó a establecer la calidad del agua del río Yanayacu, obteniendo resultados de 48,99 y 52,8 respectivamente para época seca y húmeda, concluyendo que el agua se encuentra en el rango de calidad dudosa, es decir aguas contaminadas, sin embargo, es apta para cultivos resistentes.

13.2. Recomendaciones

- Realizar muestreos periódicos en diferentes horarios para obtener mayor número de datos y por consiguiente precisión en el comportamiento de las concentraciones de los parámetros a muestrear.
- Considerar la determinación de concentraciones del magnesio y calcio para la determinación de la relación de absorción del sodio RAS, puesto que en el cálculo

intervienen dichos parámetros para obtener el valor final del RAS, ya que contribuiría en un porcentaje a la investigación.

- Implementar de dos a más índices de calidad de agua para verificar el resultado que arrojó en el índice simplificado de calidad de agua (ISQA) como agua dudosa, ya que comparado con el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, el recurso hídrico se encuentra dentro de los límites máximos permisibles para uso agrícola.
- Efectuar y aprobar el uso de índices de calidad de agua en el país de acuerdo a las condiciones y necesidades del lugar, puesto que solo se basan en la normativa ambiental vigente.

14. REFERENCIAS

1. ACUERDO MINISTERIAL 097-A. (04 de Noviembre de 2015). Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego.
2. Alonso, J. (2018). ÍNDICE MULTIMÉTRICO BASADO EN MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN ARROYOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE ITAPÚA. Recuperado de https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Alonso%2C_J_TESIS_Dr_Gestion_Ambiental_2018.pdf
3. Álvarez, P., Panta, E., Ayala, R., Acosta, H. (2008). Calidad Integral del Agua Superficial en la Cuenca Hidrológica del Río Amajac. Información tecnológica, 19(6), 21-32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642008000600004>
4. Aragón, V. (2010). La construcción social del discurso en torno al agua y su contribución a la creación de opinión pública. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/81688/TMVAG.pdf>
5. Astudillo, W. (2016). Falta de control en la contaminación del agua provocado por los desechos tóxicos de las industrias al Río Machángara y la vulneración de los derechos ambientales. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8244/1/T-UCE-0013-Ab-428.pdf>
6. Barreto, P. (2010). Protocolo de monitoreo de agua. Recuperado de https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf
7. Beita, W. (2008). “Caracterización fisicoquímica de las aguas superficiales de la cuenca del río Rincón en la Península de Osa, Puntarenas, Costa Rica”. Recuperado de <https://n9.cl/06q82>
8. Bojórquez, F. (2008). Parámetros de agua de riego. Hortalizas. Recuperado de <https://www.hortalizas.com/irrigacion/parametros-de-agua-de-riego/>
9. Briongos, R. (2002). LA IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES. Recuperado de <http://eimaformacion.com/la-importancia-de-las-aguas-superficiales/>
10. Bustamante, I., Sanz, J., Goy, J., González, F., Encabo, J., Mateos, J. (2002). Estudio de la calidad de las aguas superficiales en los espacios naturales del sur de las

- provincias de Salamanca y Ávila. Recuperado de <https://sge.usal.es/archivos/geogacetas/Geo31/Art26.pdf>
11. Cabrera, J., & Enrique, F. (2017). Estudio de los sólidos suspendidos en el agua del río Tabacay y su vinculación con la cobertura vegetal y usos del suelo en la microcuenca. Recuperado de. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28542>
 12. Caho, C & López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI1. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>
 13. Campaña, R., Gualoto, E. (2015). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la Red hídrica del distrito Metropolitano de Quito. recuperado de Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10617/1/UPS-QT08465.pdf>
 14. Cantuña, K. (2017). Caracterización física, química y microbiológica de las aguas del canal principal de riego de Tumbaco. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19040/1/CD-8437.pdf>
 15. Carpio, T. (2007). SÓLIDOS TOTALES SECADOS A 103 – 105°C. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Totales+secados+a+103++105%C2%BAC..pdf/d4faab4a-34e4-4159-bf4c-50353b101935>
 16. Cisneros, W. (2015). Determinación de la calidad de agua del río Yanayacu en los sectores Bellavista y Yanayacu del cantón Salcedo período 2014. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7773/1/TC-001037.pdf>
 17. Contreras, E., Chang, G., Yupari, I. (2016). APRENDE A PREVENIR LOS EFECTOS DEL MERCURIO MÓDULO 1: SALUD Y AMBIENTE. 36.
 18. Custodio, M. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad de agua del río Cuna.
 19. Decreto Legislativo N° 1055 (2009). Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/DLeg-1055.pdf>
 20. Decreto Supremo N° 015 MINAM, (2015). Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-015-2015-minam/>
 21. Diaz, P., & Marshely, D. (2018). Efectos de la contaminación de aguas residuales del Lago de Morona Cocha en la salud de la población ribereña- Iquitos-2018. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5802>

22. El Universo. (2020). Más del 90 % de los municipios del Ecuador no tratan las aguas residuales de acuerdo a la normativa. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/12/20/nota/8409829/agua-servicios-basicos-ecuador>
23. ESCRI. Plataforma ArcGIS. Recuperado de <https://www.sigsa.info/productos/esri/plataforma-arcgis>
24. Félez, M. (2009). El Agua. Recuperado de. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllowed=y
25. Fernández, M & Guardado, R. (2020). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/2235/223566343008/html/>
26. GAD Cotopaxi. (2018). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025. recuperado de https://www.cotopaxi.gob.ec/images/Documentos/PDYOT-COTOPAXI-11julio_2018.pdf
27. Galarza, E. (2017). Agua y Alimento. Ministerio del Ambiente Perú, Perú. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/educacion/wpcontent/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consultaM%C3%B3dulo-3.pdf>
28. Gil, J., Soto, M., Usma, I., Gutiérrez, D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. 22.
29. Gómez, A. (2019). Importancia del agua de riego en la agricultura. Recuperado de <https://www.fertibox.net/single-post/agua-riego>
30. Gómez, J. C., & Muñoz, B. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. 13.
31. Guillén, V., Teck, H., Kohlmann, B., & Yeomans, J. (2012). MICROORGANISMOS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUAS. *Tierra Tropical*, 8, 65-93.
32. Hernández, S. (2015). Evaluación de la Calidad Físico-Química y Bacteriológica del arroyo Coyopolan del Municipio de Ixhuacán de los Reyes. 141.
33. Imbago, R. (2015). Caracterización e identificación de fuentes de contaminación y propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Cayambe, parroquia Ayora. Recuperado de

- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4454/1/03%20RNR%20194%20TE%20SIS.pdf>
34. Iza, G. (2020). Estudio de la calidad del agua del río Guayllabamba, ubicado dentro del distrito metropolitano de Quito en el periodo 2013-2019. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7114/1/PC-001030.pdf>
 35. La Gaceta (2018). Malestar por construcción de planta de tratamiento. Recuperado de <https://lagaceta.com.ec/malestar-por-construccion-de-planta-de-tratamiento/>
 36. La Hora. (2019). Ciudadanos buscan proteger el futuro del río Yanayacu—La Hora. La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo. Recuperado de <https://lahora.com.ec/noticia/1102252866/ciudadanos-buscan-protoger-el-futuro-del-rio-yanayacu->
 37. La Hora. (2018). Contaminación en el río causa preocupación. Recuperado de <https://lahora.com.ec/noticia/1102181217/contaminacion-en-el-rio-causa-preocupacion>
 38. Laurente, J. (2015). VARIACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA DE LA FUNDACIÓN NACIONAL DE SANEAMIENTO (ICA – NSF) EN UN TRAMO DE LA QUEBRADA CRUZ DE MOTUPE. Recuperado de https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PPP%202015.pdf
 39. Llerena, S. (2014). La huella hídrica de Ambato y el derecho de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7891/1/FJCS-DE-716.pdf>
 40. Londoño, O. (s. f.). CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICOQUÍMICOS DEL SISTEMA PARA PRODUCIR AGUA DESIONIZADA TIPO II, EN UNA INDUSTRIA COSMÉTICA. 16.
 41. Maiquiza, K & Tonato, G. (2020). “IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO YANAYACU, SECTOR SAN JUAN, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2020. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7103/1/PC-001038.pdf>
 42. Mancilla, O., Bautista, A., Ortega, H., Ramírez, C., Reyes, A., Flores, H., González, D., & Guevara, R. (2014). Contenido de boro en el agua superficial de Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Recuperado de

- http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000500006
43. Marín, R. (2008). CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS. Recuperado de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:s_6mZpA3RvgJ:https://static.eoi.es/savia/documents/componente48099.pdf+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=ec
 44. Martel, A. (2018). CAPÍTULO 1 ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA. 55.
 45. Mejía, C. (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. Recuperado de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4434>
 46. Moreno, P. (2019). DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SIMPLIFICADO DE CALIDAD DEL AGUA (ISQA) DE LA ZONA URBANA DE LA PARROQUIA DE PACTO PROVINCIA PICHINCHA. 71.
 47. NTE INEN 2169 (1998) (Spanish): Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras
 48. Pacheco, V., Servín, M., Servín, M., Velázquez, E. (2019). Propuesta de Gestión Integral de Recursos Hídricos para la ciudad de Encarnación. Recuperado de <https://www.researchgate.net/project/14-INV-223-Propuesta-de-Gestion-Integral-de-Recursos-Hidricos-para-la-ciudad-de-Encarnacion>
 49. Pesántez, J.(2014). Estudio del proceso de depuración de aguas residuales industriales provenientes de empresas mineras. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20202/1/TESIS.pdf>
 50. Pullotasig, B. & Millingalle, J. (2014). CARACTERIZACIÓN DE LOS CONTAMINANTES FÍSICOS Y QUÍMICOS PRESENTES EN EL RÍO YANAYACU DEL CANTÓN SALCEDO. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2741/1/T-UTC-00278.pdf>
 51. Ordoñez, J (2011). Ciclo hidrológico. Recuperado de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf
 52. Organización Mundial de la salud. (2019). Agua. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

53. Raxhón, O. (2016). Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Química. 76.
54. Reascos, B., & Yar, B. (2011). Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/221>
55. Rodríguez, C. (2007). DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO POR REFLUJO CERRADO Y VOLUMETRIA. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Qu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb>
56. Sabio, I. (2000). Evaluación de la calidad y la cantidad de agua de la microcuenca El Capiro en Güinope, Honduras. Recuperado de <https://docplayer.es/65419954-Evaluacion-de-la-calidad-y-la-cantidad-de-agua-de-la-microcuenca-el-capiro-en-guinope-honduras.html>
57. Samboni, T., Carvajal, Y., Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. 11. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019
58. Sánchez, C. (2019). Análisis espacio temporal de los parámetros fisicoquímicos de la quebrada las delicias, cerros orientales de Bogotá. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aQFb8MolkSgJ:https://repositorio.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/15060+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
59. Serna, J. (2018). PROPUESTA DE ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA, COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN CUERPOS DE 67 AGUAS SUPERFICIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ. Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13166/1/SernaMosqueraJorgeAntonio2018.pdf>
60. Solís, Y., Zuñiga, L., & Mora, D. (2017). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica | Revista Tecnología en Marcha. Recuperado de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/3495

61. Terán, L. (2019). Determinación del índice simplificado de calidad del agua (ISQA) de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha. Universidad Tecnológica Equinoccial.
62. Torres, P., Cruz, C., Patiño, P. (2009). ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN FUENTES SUPERFICIALES UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. UNA REVISIÓN CRÍTICA. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
63. Valcarcel, R., Alberro, N., Frías, D (2009). El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. Recuperado de. <http://ama.redciencia.cu/articulos/16.01.pdf>

15. ANEXOS

Anexo 1. Georreferenciación de los puntos de muestreo

Ilustración 1. Punto alto (Toma de agua del



Ilustración 2. Punto medio (Puente

proyecto de riego Anchilivi-San Juan)
Yanayacu)



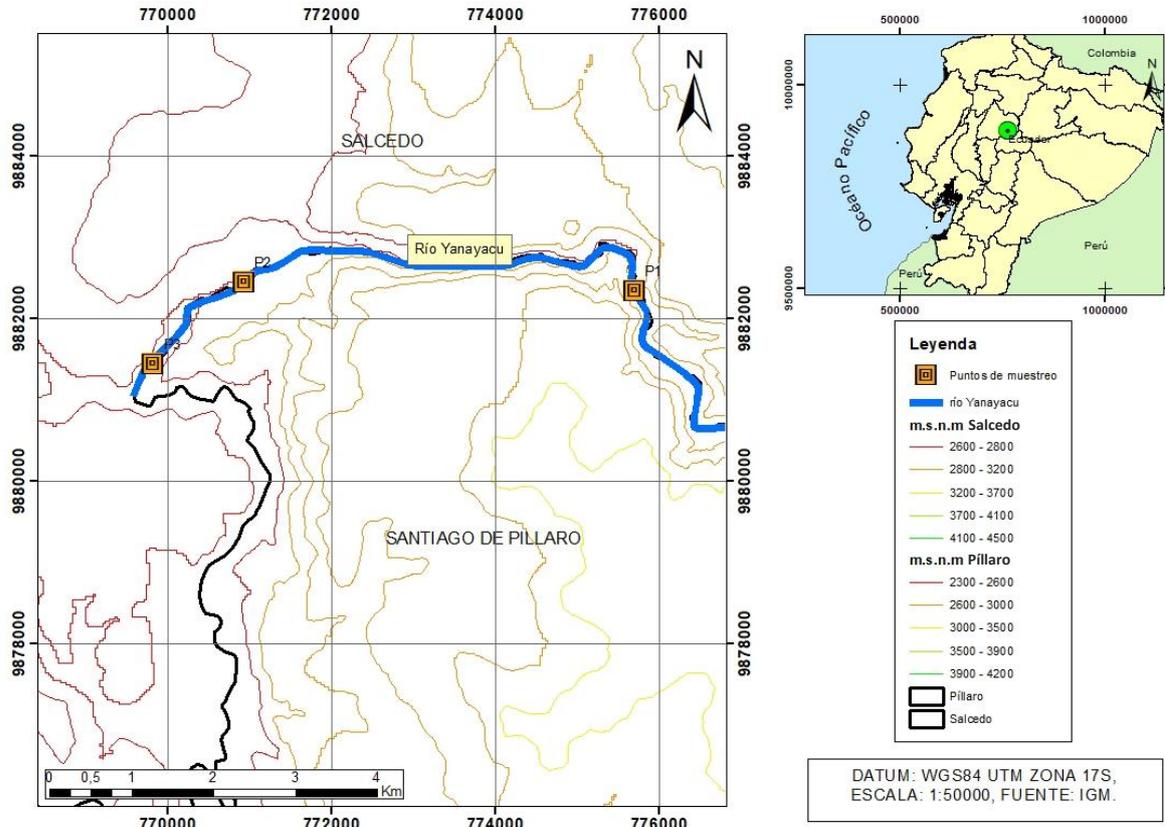
Ilustración 3. Punto bajo (Mina del Sr.

Haro)



Anexo 2. Zona de estudio

Ilustración 4. Mapa de Ubicación



Anexo 3. Materiales y Muestreo

Ilustración 5. Botellas de vidrio ámbar
Ilustración 6. Termómetro ambiental



Ilustración 7. Envases para muestras de



Ilustración 8. Recolección de muestras

Orina.

con envases de muestras de orina.



Ilustración 9. Recolección de muestras en

las botellas de vidrio ámbar



Anexo 4. Informes del laboratorio

Ilustración 10. Informes de los resultados de las muestras en época seca en el punto alto (Toma de agua del proyecto de riego Anchilivi – San Juan)



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables
www.lacquanalisis.com"

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3528



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISPE	Río Yanayacu. Primer Punto, M2	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quispe1393@utc.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021	Código Muestra	A-3280
Fecha ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanalisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):	20,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	298,30	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23, 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23, 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,77	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	7,76	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	20,02	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,79 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	179	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	23,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

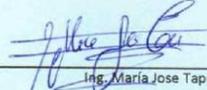
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005

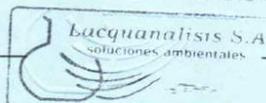
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en este informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanalisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanalisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanalisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. María Jose Tapia
Analista




Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3527



Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISPE	Río Yanayacu. Primer Punto, M1	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quishpe1393@utc.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021	Código Muestra	A-3279
Fecha Ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanalisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):	20,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	0,012	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	322,50	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,74	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	7,68	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	19,78	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,78 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	186	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	17,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

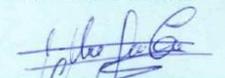
Parámetro acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanalisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanalisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanalisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:


Dra. María Jose Tapia
Analista




Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3529



Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISPE	Rio Yanayacu. Primer Punto, M3	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quispe1393@utc.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021	Código Muestra	A-3281
Fecha ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanálisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):	20,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	0,013	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	297,10	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,76	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	7,78	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	19,86	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,78 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	191	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	7,8	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 0,0 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

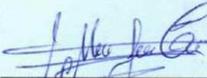
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005

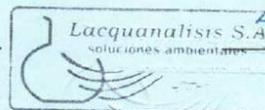
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el 5GC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

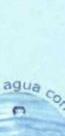
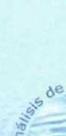
PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. María Jose Tapia
Analista




Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3530



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISPE	Río Yanayacu. Segundo Punto, M4	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quishpe1393@utc.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:			
Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021
Fecha Ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanálisis		Coord. Análisis
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):
			20,1

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	0,014	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	356,90	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,74	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	8,16	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	27,19	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 1,07 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	211	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	11,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

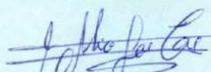
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005

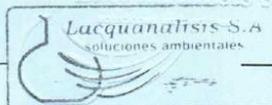
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. María Jose Tapia
Analista




Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3532



Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISPE	Río Yanayacu. Segundo Punto, M6	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quishpe1393@utc.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021	Código Muestra	A-3284
Fecha ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanálisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):	20,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	386,00	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,93	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	8,18	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	27,01	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 1,06 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	211	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	79,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance

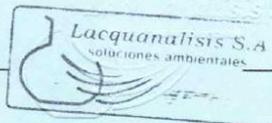
** Parámetro No acreditado
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
Analista



Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

Ilustración 12. Informes de los resultados de las muestras en época seca en el punto medio (Mina del señor Haro)



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



Cumplimos y colaboramos con la legislación vigente



Respetamos la confidencialidad y el secreto



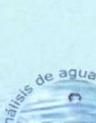
Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3534



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO

Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISPE	Río Yanayacu. Tercer Punto, M8	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quishpe1393@utec.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Detos del Análisis:

Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021	Código Muestra	A-3286
Fecha Ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanálisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):	20,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	0,011	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	373,60	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,48	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	8,56	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	29,38	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 1,16 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	230	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	13,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado	** Parámetro No acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance	*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
	**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

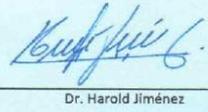
Notas:

1. Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
2. Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
3. Lacquanálisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
4. La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanálisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
5. Lacquanálisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
6. La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
7. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María Jose Tapia
Analista

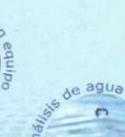


Dr. Harold Jiménez
Director Técnico



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Dirección: Edificio Plaza Fieoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3533



Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISHPE	Río Yanayacu. Tercer Punto, M7	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quishpe1393@utc.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021	Código Muestra	A-3285
Fecha ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanalisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):	20,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	0,011	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	371,60	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,49	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	8,52	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	29,38	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 1,16 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	218	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	13,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005

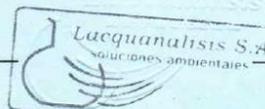
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en este informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanalisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanalisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanalisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
Analista



Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

No. LACQUA 21 - 3535



Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:	
Nombre	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISHPE	Río Yanayacu. Tercer Punto, M9	
Atención a	-		
Dirección	Latacunga		
Teléfonos	097 937 1985		
e-mail	yajaira.quishpe1393@utc.edu.ec		
Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	18-ago.-21	Fecha de análisis	Del 08 de agosto al 07 de septiembre de 2021	Código Muestra	A-3287
Fecha Ingreso al Laboratorio	18-ago.-21	Fecha emisión informe	07 de septiembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanalisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	46	Temperatura amb. (°C):	20,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00077 mg/l
Boro***	mg/l	<0,30	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	373,60	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,48	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	8,56	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	29,07	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 1,15 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	230	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	13,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
- Los análisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este análisis
- Lacquanalisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanalisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanalisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de información recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las políticas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
Analista

Lacquanalisis S.A.
soluciones ambientales

Dr. Harold Jiménez
Director Técnico

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420-106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

Ilustración 15. Informes de los resultados de las muestras en época seca en el punto medio (mina del señor Haro)



“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

No. LACQUA 21 - 3678



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

Información proporcionada por el cliente		Información adicional:
Nombre		
Atención a	YAJAIRA SELENA QUISHPE QUISPE	
Dirección	Latacunga	
Teléfonos	097 937 1985	
e-mail	yajaira.quishpe1393@utc.edu.ec	

Procedencia	-	Contenido declarado	2150 ml
Identificación muestra	Agua Natural	Conservación de la muestra	Refrigeración
Descripción muestra	Líquido claro	Toma de muestra / Muestreo	Cliente

Datos del Análisis:					
Fecha toma muestra	09-dic.-21	Fecha de análisis	Del 09 al 27 de diciembre de 2021	Código Muestra	A-3421
Fecha ingreso al Laboratorio	09-dic.-21	Fecha emisión informe	27 de diciembre de 2021	Coord. muestra	-
Lugar de realización de los ensayos	Laboratorio Lacquanalisis			Coord. Análisis	17M 0768539 UTM 9869380
Condiciones Ambientales:	Humedad (%):	50	Temperatura amb. (°C):	21,1	

RESULTADOS ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Arsénico***	mg/l	<0,008	EPA 3005 A, Rev. 01, 1992; EPA 6010 B, December 1996; Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B / PA-117.00	± 0,00039 mg/l
Boro***	mg/l	<30,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-B C / PA - 96.00	± 0,06 mg/l
Conductividad	µs/cm	386,05	PRO TEC 013 / Standard Methods. Ed. 23. 2017, 2510 B	± 2,42 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023, Ed. 10, 2019	± 21,26 %
DQO	mg/l	<20	PRO TEC 014 / HACH 8000, Ed. 10, 2014; Standard Methods. Ed. 23. 2017, 5220 D	± 25,26 %
Oxígeno Disuelto*	mg/l	7,31	PRO TEC 061 / Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500 O G	± 13,99 %
pH	UpH	8,27	PRO TEC 011 / Standard Methods Ed. 23, 2017, H+ B	± 4,56 %
Sodio***	mg/l	35,1	APHA 3120B-PEE/ANNCY/74	± 5,27 mg/l
Sólidos Totales	mg/l	222	PRO TEC 017 / Standard Methods Ed. 23. 2017, 2540 B	± 18,33 %

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Incertidumbre
Coliformes Fecales***	NMP/100ml	79,0	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F / PA-66.00	± 1,2 NMP/100ml

SIMBOLOGÍA

Parámetro acreditado	** Parámetro No acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance	*** Parámetro Subcontratado Acreditado: SAE LEN 05-005
	**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

Notas:

- Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas en éste informe
- Los analisis son realizados a temperatura ambiente, excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales no influyen en los resultados de este analisis
- Lacquanalisis S.A. se responsabiliza exclusivamente de los analisis, el resultado se refiere a la muestra recibida por el laboratorio
- La información y muestras proporcionadas por el cliente son responsabilidad del cliente. Lacquanalisis S.A. declina toda responsabilidad por el uso de los resultados.
- Lacquanalisis S.A. se compromete a mantener la imparcialidad y la confidencialidad de informacion recibida y de los resultados generados
- La aceptación de este informe implica la aceptación de las politicas relativas al tema y declaradas en el SGC y en www.lacquanalisis.com
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

PERSONAL RESPONSABLE:

 Ing. Andrés Manzano Analista	 Dr. Harold Jiménez Director Técnico
--	--



Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · **Móvil:** 099-5363620 · **info@lacquanalisis.com**
 Ambato, Ecuador - Sud América

Anexo 5. Datos de precipitación

Ilustración 16. Datos de precipitación de la estación meteorológica Rumipamba código M004

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	10,9	45,4	30,9	59,9	65,6	5,8	22,9	15,9	21,8	17,8	82	56,6
2005	10,1	34,2	95,3	82,2	33,9	27,8	14,9	11,7	14,5	25,5	42,8	122,9
2006	33,9	45,1	120	89,4	22,5	80,3	2,4	15,1	17,7	13,5	150,3	69,2
2007	43,9	11,3	78	72,6	63,6	35,1	17,5	30,5	8,5	33,4	72,8	39,1
2008	79,7	88,9	85,6	132,1	76,7	36,7	20,6	38,5	28,4	155,5	85	38,6
2009	37,0	60,8	61,0	89,0	46,4	28,9	23,4	18,8	22,6	45,9	81,8	60,7
2010	2,8	27,3	35,7	101,8	42,6	40	70,7	12,8	41,2	40,8	99,9	78,3
2011	40,4	130	38,3	149,2	28,3	20	41,4	16,8	43,8	21,6	99,9	89,7
2012	102,1	65,9	29,1	69,7	15,1	9,6	6,5	13	20,5	70,5	70,5	24,8
2013	9,6	98,8	36,3	44	69,1	4,8	14	14,9	6,6	34,4	33	27,1
Promedio multianual			48 mm									
Valor máximo			155,5 mm									
Valor mínimo			2,4 mm									

Elaborado por: Selena Quishpe



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI PERIODO 2021-2022”** presentado por: **Quishpe Quispe Yajaira Selena** estudiante de la Carrera de: **Ingeniería en Medio Ambiente** perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 25 marzo del 2022

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514