



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE LA MICROCUENCA DE LLALLIMAYO Y LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. CHRISTIAN EDDY LIMA CAJAVILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE LA MICROCUENCA DE LLALLIMAYO Y LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA(2).pdf

AUTOR

Christian Eddy Lima Cajavilca

RECuento DE PALABRAS

17702 Words

RECuento DE CARACTERES

90833 Characters

RECuento DE PÁGINAS

93 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.8MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 2, 2024 11:51 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 2, 2024 11:52 PM GMT-5

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE LA
MICROCUCENCA DE LLALLIMAYO Y LA PERCEPCIÓN DE LOS
HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CHRISTIAN EDDY LIMA CAJAVILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

Dr. DANTE JONI CHOQUEHUANCA PANCLAS

PRIMER MIEMBRO:

Dr. NICANOR MIGUEL BRAVO CHIOQUE

SEGUNDO MIEMBRO:

Mg. JESUS MIRANDA MAMANI

DIRECTOR / ASESOR:

Dra. MARTHA ELIZABETH APARICIO SAAVEDRA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11/10/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Calidad Ambiental



V^oB^o Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS

DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



DEDICATORIA

Al concluir esta hermosa etapa de mi vida quiero dedicar este estudio a mi abuelo Julián Leónidas Cajavilca Aroquipa, quien fue mi fuente de apoyo e inspiración para convertirme en profesional, gracias por todos los valores que me transmitiste a través de los años y apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional, gracias por enseñarme a perseverar hasta cumplir mis metas.

A mis padres y hermanos por su amor, cariño y apoyo incondicional que me brindaron ha permitido alcanzar este logro, gracias por su paciencia y la confianza brindada.

Christian Eddy Lima Cajavilca



AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional del altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional De Biología por su formación profesional.

Agradezco a mi asesora de tesis Dra. Martha Elizabeth Aparicio Saavedra por su orientación, paciencia y acompañamiento constante en el proceso de investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas, por los conocimientos impartidos, por el apoyo en mi formación profesional.

A los administrativos de la Facultad de Ciencias Biológicas, en especial a la Sra. Yrma Ruelas Ortega por su apoyo, paciencia amabilidad y comprensión siempre prestados.

A la Municipalidad Distrital de Llalli por su apoyo y constante en el proceso de la investigación.

Expreso mi sincero agradecimiento a cada una de las personas que han contribuido a la ejecución del presente estudio.

Christian Eddy Lima Cajavilca



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	18
2.1.1. Antecedentes internacionales	18
2.1.2. Antecedentes nacionales	19
2.1.3. Antecedentes locales	20
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Calidad de agua	23
2.2.2. Determinación de la calidad de agua	23
2.2.3. Características físico-químicas del agua	24



2.2.4. Microcuenca	30
2.2.5. Percepción de los habitantes	31
2.2.6. Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales	31
2.2.7. Estándar de calidad ambiental del agua	32

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO	34
3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	36
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.3.1. Población.....	36
3.3.2. Muestra.....	36
3.4. METODOLOGÍA	38
3.4.1. Evaluación los parámetros físico – químicos de pH, alcalinidad total, conductividad eléctrica, sulfatos, cloruro y hierro en muestras de agua provenientes de la microcuenca Llallimayo.....	38
3.4.1.1. Toma de muestra de la calidad de agua	38
3.4.1.2. Determinación de parámetros físico químicos.....	38
3.4.1.3. Estrategias e instrumentos de obtención de datos.....	41
3.4.2. Determinación de la percepción de la calidad de agua por los habitantes del área de influencia.	43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE MUESTRAS DE AGUA PROVENIENTES DE LA MICROCUENCA LLALLIMAYO.....	44
---	-----------



4.2. DETERMINACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	67
V. CONCLUSIONES.....	75
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	82

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN: Calidad Ambiental

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 de octubre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación de la dureza	27
Tabla 2 Puntos de monitoreo de la cuenca Llallimayo	34
Tabla 3 Puntos de monitoreo de agua	37
Tabla 4 Calidad físico-química de agua por toma de muestra y por punto de monitoreo de Ocuwiri, Llalli, Chuquibambilla y Ayaviri.	45
Tabla 5 Valores de pH por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.....	46
Tabla 6 Valores de conductividad eléctrica por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.....	50
Tabla 7 Valores de sulfatos por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.	54
Tabla 8 Valores de cloruros por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.	57
Tabla 9 Valores de hierro por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.	60
Tabla 10 Valores de alcalinidad por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.	64
Tabla 11 Percepción de la calidad del agua	67
Tabla 12 Percepción del origen de contaminación del agua.....	69
Tabla 13 Percepción del nivel de gravedad de las consecuencias de la contaminación del agua	70
Tabla 14 Percepción del nivel calidad del agua de la microcuenca Llallimayo	71
Tabla 15 Percepción de la calidad del agua para uso agrícola y agropecuario	72



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Área de estudio de la investigación	35
Figura 2 Valores de pH en puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.	47
Figura 3 Valores de pH en puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.	48
Figura 4 Valores de pH en puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo – 20/03/2023.	49
Figura 5 Valores de conductividad eléctrica en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.	51
Figura 6 Valores de conductividad eléctrica en la microcuenca Llallimayo 1° Monitoreo – 20/12/2022.	52
Figura 7 Valores de conductividad eléctrica en la microcuenca Llallimayo 2° Monitoreo – 20/03/2023	53
Figura 8 Valores de sulfatos en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.	55
Figura 9 Valores de sulfatos en la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.	56
Figura 10 Valores de sulfatos en la microcuenca Llallimayo – 20/03/2023.	56
Figura 11 Valores de cloruros en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.	58
Figura 12 Valores de cloruros en la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.	59
Figura 13 Valores de cloruros en la microcuenca Llallimayo – 20/03/2023.	59
Figura 14 Concentración de hierro en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.	61
Figura 15 Concentración de hierro en la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.	62
Figura 16 Concentración de hierro en la microcuenca Llallimayo – 20/03/2023.	63



Figura 17 Comportamiento de pH en función a la Alcalinidad en la microcuenca Llallimayo.....	65
Figura 18 Percepción calidad del agua de la microcuenca Llallimayo.....	68
Figura 19 Percepción del origen de la contaminación del agua de la microcuenca Llallimayo.....	69
Figura 20 Percepción del nivel de gravedad de las consecuencias de la contaminación de la microcuenca Llallimayo.....	70
Figura 21 Percepción del nivel de calidad de agua para el consumo humano de la microcuenca Llallimayo.....	72
Figura 22 Percepción de la calidad de agua de la microcuenca Llallimayo para uso agrícola y agropecuario.....	73



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Resultados del análisis de calidad físico-química del agua de la microcuenca Llallimayo.....	82
ANEXO 2. Cuestionario de percepción de calidad de agua de la microcuenca Llallimayo.....	84
ANEXO 3. Base de datos de la aplicación del cuestionario de percepción	86
ANEXO 4. Panel fotográfico.....	88
ANEXO 5. Resolución de Alcaldía emitiendo autorización para realizar la presente investigación en el distrito de Llalli.	91



ACRÓNIMOS

CL :	Cloro o cloruro
DBO :	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO :	Demanda química de oxígeno
ECA :	Estándares de calidad de agua
L :	Litro
Mg :	Miligramo
MINAM :	Ministerio del ambiente
MINSA :	Ministerio de salud
MI :	Mililitro
OD :	Oxígeno disuelto
OMS :	Organización mundial de la salud
OPS :	Organización mundial para la salud
PH :	Potencial de hidrogeniones
PM :	Punto de monitoreo
PPM :	Partes por millón
μS :	Microsiemens
D.S. :	Decreto supremo



RESUMEN

Las aguas provenientes de la microcuenca de Llallimayo son usadas para el riego de cultivos, consumo de animales y para el consumo humano. Estas aguas tienen una alta probabilidad de estar contaminadas y alteradas en sus parámetros fisicoquímicos debido a la operación de la Empresa Minera ARUNTANI SAC afectando a los distritos de Llalli, Umachiri y Ayaviri, por ello, se tuvo como objetivo determinar la calidad de aguas provenientes de la microcuenca Llallimayo y la percepción de los habitantes del área de influencia. Para lo cual se realizó la recolección de muestras de 04 puntos de monitoreo con 03 repeticiones para el análisis en el laboratorio para luego ser evaluadas a través de los Estándares de Calidad Ambiental para agua Categoría 3 “Riego de vegetales y bebida de animales”, y se aplicó una encuesta escrita a 100 pobladores para determinar la percepción. Se empleó análisis estadístico descriptivo para cada variable. Los resultados indican en cumplimiento del ECA para agua Categoría 3, exceden en los puntos 1 Ocuvi y 2 Llalli en relación al valor del pH con 4,65 y 5,84 respectivamente indicando aguas ligeramente ácidas, sin embargo, los resultados de los parámetros restantes fueron: alcalinidad total 146,73 mg/l, conductividad eléctrica 421,44 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sulfatos 236 mg/l, cloruro 165 mg/l y hierro 0,01 mg/l las cuales si alcanzaron los valores establecidos; En cuanto a la percepción de la calidad de agua es negativa en un 98 %, el 100 % atribuye estos cambios al desarrollo de la minería, el 93% considera de gravedad la contaminación por la actividad minera. Las aguas de la cuenca Llallimayo están siendo afectadas por contaminación, considerándose no aptas para consumo humano, bebida de animales y riego de vegetales en el PM-01 Ocuvi y PM-02-Llalli.

Palabras clave: Aguas ácidas, Calidad de agua, Fisicoquímica, Microcuenca, Percepción.



ABSTRACT

Water from the Llallimayo micro-watershed is used for crop irrigation, animal consumption, and human consumption. These waters have a high probability of being contaminated and altered in their physicochemical parameters due to the operation of the Mining Company ARUNTANI SAC affecting the districts of Llalli, Umachiri and Ayaviri, therefore, the quality of waters coming from the Llallimayo micro-basin was determined. and the perception of the inhabitants of the area of influence. Samples were collected from 04 monitoring points with 03 repetitions for analysis in the laboratory and then evaluated through the Environmental Quality Standards for water Category 3 “Irrigation of vegetables and animal drinking”, and a Written survey of 100 residents to determine perception. Descriptive statistical analysis was used for each variable. The results indicate compliance with the ECA for Category 3 water, exceeding points 1 Ocuvi and 2 Llalli in relation to the pH value with 4.65 and 5.84 respectively indicating slightly acidic waters, however, the results of the remaining parameters were: total alkalinity 146.73 mg/l, electrical conductivity 421.44 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sulfates 236 mg/l, chloride 165 mg/l and iron 0.01 mg/l which did not reach the established values; Regarding the perception of water quality, it is 98% negative, 100% attribute these changes to the development of mining, 93% consider the contamination due to mining activity to be serious. The waters of the Llallimayo basin are being affected by pollution, being considered unsuitable for human consumption, animal drinking and vegetable irrigation in PM-01 Ocuvi and PM-02-Lalli.

Keywords: Acid waters, Water quality, Physicochemical, Micro-basin, Perception.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A la actualidad, la degradación ambiental es una realidad irreversible que va generando consecuencias nefastas para el medio ambiente, pues propicia impactos negativos entre ellas a la biodiversidad, la atmósfera, el recurso edáfico y la contaminación acuática, estos impactos están asociados al sistema de producción económico y al actual modelo de desarrollo que se caracterizan por la explotación intensiva de los recursos naturales, llevando a un riesgo inminente de extinción (Ponce & Casazola, 2023).

La disponibilidad del recurso hídrico es fundamental para el desarrollo de la vida y el desenvolvimiento económico (Huanca et al., 2020). Sin embargo, a la actualidad muchos compuestos y sustancias derivados de la ejecución de actividades económicas entran en contacto con el agua reaccionando y liberando compuestos nocivos que afectan el medio ambiente y la salud de los seres vivos en general (Soloisolo, 2022).

La problemática que representa el acceso seguro a fuentes de agua y la disponibilidad en calidad de la misma para el abastecimiento de las actividades humanas es un tema fundamental tanto para las autoridades competentes como para la sociedad en general (Faviel et al., 2019). Puesto que, en los últimos años la calidad del agua ha sido afectada de manera progresiva por sustancias cada vez más agresivas (Huanca et al., 2020), llegando a generar inestabilidad en los ecosistemas acuáticos, impactando de manera negativa a la biodiversidad (Barrios & Ortega, 2023). Ante ello, es trascendental la evaluación mediante monitoreos, debido a que a través del estudio de la calidad de agua es posible valorar la sostenibilidad de las cuencas.



En el área de estudio, se identificó un foco de conflictividad debido a la contaminación de la cuenca Llallimayo, cuyos pobladores exigen la implementación de medidas de solución (Soloisolo, 2022). Además, para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico es importante la evaluación del impacto medioambiental del suministro de agua teniendo en cuenta la percepción de los habitantes (Meza et al., 2022), puesto que los estudios de percepción posibilitan el acceso a información directa, ya que a través de ella se genera el reconocimiento del ambiente empleando los sentidos, constituyéndose como una fuente de información importante (Faviel et al., 2019).

Considerando esta realidad, se propuso el presente estudio contemplando los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad de aguas provenientes de la microcuenca Llallimayo y la percepción de los habitantes del área de influencia.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros físico – químicos de pH, alcalinidad total, conductividad eléctrica, sulfatos, cloruros y hierro en muestras de agua provenientes de la microcuenca Llallimayo.
- Determinar la percepción de la calidad de agua por los habitantes del área de influencia.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Granillo et al., (2023) analizaron los puntos de vista de la sociedad respecto al control, supervisión, soluciones, obligaciones y estado de la potabilidad del agua en la Laguna de Yuriria, Guanajuato, mediante entrevistas semiestructuradas y cuestionarios, con la participación de 71 personas. De toda la muestra, el 7,05 % de los encuestados percibía la calidad del agua como excelente, el 18,30 % como regular, el 42,26 % como mala y el 12,67 % como extremadamente mala. El 19,72% de los participantes desconocía el tema. La mayoría de los pescadores creen que la calidad del agua es buena y que la laguna desempeña un papel fundamental en el sustento de sus familias y comunidades.

Menchaca y Zapata (2021) en el estudio, titulado "Percepción comunitaria sobre el agua en la microcuenca del río Pixquiac," propusieron el objetivo de conocer la percepción ambiental de los habitantes en relación con la disponibilidad, calidad y problemas del agua. Los resultados indican que las fuentes naturales como ríos y manantiales son las principales formas de abastecimiento. Sin embargo, el 65% de los habitantes no tiene acceso a agua intradomiciliaria, y la mayoría almacena el agua en condiciones poco seguras. Una mayoría del 89 % de los encuestados cree que el agua no es apta para el consumo humano o el uso doméstico. En consecuencia, el 80 % opta por hervir el agua antes de ingerirla.



Vasquez (2021) presentó el objetivo de identificar los principales problemas que presenta la cuenca del río Jequetepeque, a través del análisis de los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos. Para lo cual realizó la recopilación y diagnóstico de información primaria y secundaria. Se ha demostrado que el desplazamiento regular de flujos altamente concentrados, que se hacen más intensos durante los episodios de El Niño, afecta a la población, las infraestructuras de transporte y las prácticas agrícolas. La utilización extensiva de los suelos para la agricultura y el pastoreo favorecen el fenómeno de la erosión.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Calderon y Barcena (2023) presentaron el estudio con la finalidad de Evaluar la potabilidad del agua y la impresión de la comunidad local respecto a la calidad del agua en la microcuenca Palccaro, distrito de Tambobamba, Apurímac - 2022. Plantearon una metodología con las siguientes características; método inductivo, de alcance analítico, de nivel correlacional. Un control realizado en laboratorio y una consulta a 364 habitantes. Los hallazgos del estudio sugieren que la percepción de la calidad del agua es moderadamente satisfactoria, mientras que la calidad real del agua es deficiente. Concluyendo que, la calidad de agua es mala, y el 51.92 % de los encuestados perciben que la calidad del agua es regular.

Perez (2021) evaluó la calidad de las aguas en el Valle de Vitor – Arequipa, mediante NMP de coliformes totales, fecales, Escherichia coli, además de parámetros físico químicos, tomando muestras de agua para consumo humano en 10 puntos. Concluyendo que, el agua que abastece el Valle de Vitor incumple los criterios microbiológicos exigidos.



Hughes (2020) buscó establecer una correlación entre la calidad del agua y todas las fuentes potenciales de contaminación en la microcuenca del río Aquiares, mediante la biomonitorización de macroinvertebrados bentónicos y la aplicación del índice BMPW-CR, el análisis fisicoquímico y el examen de la información biológica relacionada con las condiciones de calidad del agua en 12 estaciones de monitoreo. El índice biótico BMPW-CR reveló que la calidad del agua era aceptable, con una notable presencia de sustancias eutróficas y una contaminación moderada detectada en 8 de las 12 estaciones examinadas. Los puntos de monitoreo 1, 2 y 3 presentaban índices BMPW-CR bajos, lo que sugiere una contaminación del agua probablemente por la contaminación de los residentes de las regiones más bajas de la microcuenca.

2.1.3. Antecedentes locales

Barrios & Ortega (2023) presentaron el objetivo de evaluar la calidad del agua del río Torococha utilizando la técnica ICARHS en Juliaca para el año 2023, para lo cual determinaron un lugar representativo dentro de la subcuenca y tomaron muestras en dos periodos de tiempo diferentes. La calidad se determinó de acuerdo a los estándares establecidos por las Normas de Calidad Ambiental y el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos (ICARHS). Según el ICARHS, el río Torococha fue clasificado como "regular", lo que indica que su calidad a menudo no alcanza los niveles ideales y requiere tratamiento. El análisis de la calidad del río Torococha a lo largo de ambos periodos reveló que en el punto 1 se, presentaron niveles de DBO y DQO por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).



Manrique (2023) evaluó la calidad del agua del río Torococha y la percepción de los pobladores sobre los efectos en la salud, en el Distrito de Juliaca. Se encontró que la calidad ambiental del agua del río Torococha se ve afectada por parámetros fisicoquímicos específicos: sólidos suspendidos totales, con valores de 647 mg/L para la muestra 01; 652 mg/L para la muestra 02 y 543 mg/L para la muestra 03. Los valores de DQO fueron 238.77 mg/L para la muestra 01, 249 mg/L para la muestra 02 y 450.76 mg/L para la muestra 03. El valor de DBO₅ para la muestra 01 es de 42.10 mg/L, y el contenido de aceites y grasas para la muestra 01 es de 10.34 mg/L. Todos estos parámetros superan los límites establecidos por el ECA para el agua, Categoría 4: Conservación del medio acuático, y Categoría 3: Irrigación de hortalizas y bebida animal. El 74 % de los encuestados declararon experimentar síntomas como dolor de cabeza, pérdida de memoria y dolor en las articulaciones. Además, el 74 % declaró posibles enfermedades cutáneas, el 33 % posibles enfermedades transmitidas por mosquitos y el 43 % enfermedades gastrointestinales, atribuidas a la contaminación fluvial.

Meza et al, (2022) investigaron la influencia de la actividad minera en la calidad del agua y la expansión territorial en la comunidad de Ollachea, Puno, Perú. Mediante el empleo de una metodología de investigación multidisciplinar y la realización de una evaluación fisicoquímica del río Oscocachi, este estudio pretende examinar la percepción social de la calidad del agua y llevar a cabo un análisis comparativo de la expansión territorial de las actividades mineras y el crecimiento demográfico. Los resultados indicaron un ligero nivel de acidez, con un pH de 5,9 en su fase final. Los residentes transmitieron una opinión pesimista



respecto a la calidad del agua, vinculando la elevada incidencia de trastornos gastrointestinales a la expansión de las actividades mineras.

Velarde (2021) determinó cuantitativamente las concentraciones de metales pesados en agua, pastos y leche de vacas alimentadas a base de pastos regados con aguas del río Llallimayo. Utilizaron un diseño aleatorio y comparando las medias mediante la prueba de significación múltiple de Duncan con un nivel de significación de $\alpha=0,05$. Las concentraciones de cadmio en la leche de vaca se midieron en 0,00121 mg/l, 0,00309 mg/kg en el pasto y 0,00121 mg/l en el agua ($P<0,05$). Los niveles de plomo en la leche se midieron en 0,0199 mg pb/l, en el pasto en 0,0746 mg/kg y en el agua en 0,0880 mg/l. Estos resultados no fueron estadísticamente significativos ($P>0,05$). Las conclusiones del estudio muestran que los niveles de cadmio y mercurio en la leche de vaca, los pastos y el agua están dentro de los límites máximos permitidos, excepto en el caso de los niveles de plomo.

Calizaya (2021) realizó un estudio de la calidad del agua de la cuenca del río Zapatilla comparado con los estándares de calidad ambiental para bebida de animales durante la época de lluvias. Los resultados se contrastaron con los valores de referencia establecidos para el agua potable de categoría 3 en términos de calidad ambiental. Los resultados obtenidos fueron superiores a las ECA para el agua. En concreto, los niveles de oxígeno disuelto eran P1: 0,01 mg/l, P2: 0,01 mg/l, P3: 0,01 mg/l, los niveles de DBO₅ eran P1: 100 mg/l, P2: 140 mg/l, P3: 180 mg/l, y los niveles de DQO eran P1: 200 mg/l, P2: 220 mg/l, P3: 242 mg/l, no aptas para la categoría 3 de agua para bebida de animales. Concluyendo que, la cuenca del río Zapatilla en la zona de Simillaca no es apta para el consumo animal.



Dalens (2018) presentó el objetivo de evaluar la calidad de agua de la cuenca Llallimayo según los parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos, mediante una investigación correlacional, realizando 3 muestras de agua. Obtuvo como resultado en los puntos monitoreados que los parámetros físicos OD y pH superan los ECA, los parámetros químicos Aluminio (Al), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn) exceden los ECA de la Categoría 3, comprendiendo que las aguas de la cuenca Llallimayo están siendo afectadas por contaminación, considerándose no aptas para consumo humano, bebida de animales y riego de vegetales.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Calidad de agua

La calidad del agua, tal como la definen la OMS y otras organizaciones internacionales, se refiere a las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua en su estado original o después de haber sido modificada por actividades humanas. El concepto de calidad del agua está vinculado principalmente a la aptitud del agua para el consumo humano (Baeza, 2016). La calidad del agua es un factor esencial para la salud y el bienestar general de una comunidad (Caillagua et al., 2023). Está influida tanto por las cualidades naturales de la cuenca como por las actividades humanas que se desarrollan en ella. Desempeña un papel crucial en la salud de los ecosistemas acuáticos y en las actividades humanas (Pérez, 2023).

2.2.2. Determinación de la calidad de agua

Se logra a través de la examinación de las características físicas, químicas, biológicas, bacteriológicas y radiológicas (Centeno, 2020). La evaluación de la calidad del agua se realiza en un plazo determinado, teniendo en cuenta el número

de parámetros que superan los criterios establecidos y el número de puntos de datos que incumplen la norma mencionada (Huaman et al., 2020). A la hora de evaluar y caracterizar la calidad del agua, es importante monitorear parámetros principales (Palacios & Velastegui, 2020). Pooja (2017) menciona que las características del agua se pueden clasificar en tres grandes categorías:

- Características físicas: temperatura, color, olor, turbidez y sólidos.
- Características químicas: pH, conductividad, salinidad, dureza, DBO.
- Características biológicas: recuentos de organismos específicos y grupos de organismos.

2.2.3. Características físico-químicas del agua

La medición precisa y la comprensión de estas características son cruciales para evaluar la calidad del agua, detectar posibles contaminantes, evitar la contaminación y aplicar medidas para salvaguardar el bienestar de los ecosistemas acuáticos y de quienes dependen del agua para beber, la agricultura, la industria y el disfrute (Centeno, 2020).

A continuación, se expone las características físico-químicas del agua:

2.2.3.1. Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es un indicador cuantitativo de la acidez o alcalinidad del agua. La escala del pH es una escala logarítmica que va de 0 (indica una acidez elevada) a 14 (indica una alcalinidad elevada). Los niveles de pH en las aguas dulces pueden variar desde 4,5, en aguas ácidas y turbosas de las tierras altas, hasta más de 10,0 en cursos de agua con una elevada actividad fotosintética de las algas. No obstante, el intervalo más frecuente



es de 6,5-8,0. Las fluctuaciones del pH pueden modificar las cantidades de otros compuestos presentes en el agua, provocando un estado más nocivo. La toxicidad del amoníaco, la eficacia de la desinfección con cloro y la solubilidad de los metales dependen de las variaciones del pH (Pooja, 2017).

2.2.3.2. Alcalinidad

La alcalinidad se refiere a la capacidad del agua para contrarrestar los efectos de los ácidos y mantener un pH neutro, lo que indica su capacidad amortiguadora. Los bicarbonatos son la principal fuente de alcalinidad en los cursos de agua naturales. La alcalinidad suele expresarse en miligramos por litro de carbonato cálcico (mg/L CaCO_3) debido a que la principal fuente de alcalinidad es la descomposición de los minerales que contienen carbonato. La principal fuente de alcalinidad en las aguas naturales procede de las especies de carbonatos presentes (Centeno, 2020). Tanto la alcalinidad como la acidez no tienen efectos negativos para la salud, pero los líquidos muy alcalinos o muy ácidos suelen tener un sabor desagradable. Sin embargo, conocer estos parámetros es importante porque:

- La alcalinidad de una masa de agua proporciona información valiosa sobre su capacidad para soportar la introducción de ácidos.
- El agua potable suele someterse a procedimientos de coagulación y floculación para eliminar la turbidez. Este proceso libera iones de hidrógeno en el agua. Para que la coagulación sea plenamente



eficaz, es necesario que la concentración de alcalinidad sea superior a la concentración de H^+ liberados.

- Un procedimiento para aliviar aguas duras se realiza mediante la precipitación de los cationes implicados. Es esencial entender la alcalinidad del agua para establecer las dosis correctas de hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) o carbonato de sodio (Na_2CO_3) requeridas para generar los precipitados que se buscan. Comprender el papel de la alcalinidad es crucial para gestionar eficazmente la corrosión en los sistemas de tuberías.
- Cuando el bicarbonato y el carbonato se combinan con otros elementos y compuestos, pueden crear complejos que influyen en su toxicidad, transporte y comportamiento general en el medio ambiente (Centeno, 2020).

2.2.3.3. Dureza total

Según los criterios actuales, la dureza total se determina sumando las concentraciones de calcio y magnesio, expresadas ambas como carbonato cálcico. Se debe a la disolución y arrastre de los minerales presentes en el suelo y las rocas. La dureza en el agua no es perjudicial ni tóxico (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2022).

La dureza se clasifica de la siguiente manera:



Tabla 1

Clasificación de la dureza

Denominación	Ppm CaCO ₃
Muy blanda	0 a 15
Blanda	16 a 75
Ligeramente dura	76 a 150
Duras	151 a 300
Muy dura	Más de 300

Fuente: Chen (2005)

2.2.3.4. Conductividad eléctrica

La conductividad electrolítica se refiere a la medición precisa de la capacidad de una solución para transferir una corriente eléctrica y a veces se denomina "conductancia específica". La conductividad electrolítica se refiere a la capacidad de una sustancia para permitir que una corriente eléctrica pase a través de ella con facilidad. Se calcula tomando el recíproco de la resistencia eléctrica, que se mide en ohmios. La unidad de medida de la conductividad electrolítica se denomina mhos, donde una millonésima parte de un mhos equivale a un micromhos o microsiemens (μS) (HACH Company, 2019).

2.2.3.5. Salinidad

La salinidad puede surgir de forma natural o como resultado de la actividad agrícola y urbana, e incluye otros componentes como calcio, magnesio, sodio, sulfatos, sílice y cloruro. Todas las aguas de riego contienen sales disueltas. La salinidad se refiere a la medida precisa de la concentración de sales en el agua, mientras que la conductividad eléctrica



es una medida más amplia de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. No obstante, en numerosas circunstancias, la conductividad eléctrica y la salinidad muestran una fuerte correlación (Eastern Municipal Water District, 2020).

2.2.3.6. Sulfatos

Los sulfatos (SO_4^{2-}) son muy frecuentes en el medio natural. En Costa Rica, la prevalencia de sulfatos está influenciada por los niveles de sulfato de hierro que se encuentran en el suelo o en el fondo de los ríos. La extracción de pirita en las minas resulta en una elevación de los niveles de iones sulfato en el agua debido generalmente a los procesos de oxidación que ocurren cuando el mineral es extraído en los sistemas de drenaje creados para la perforación. Las cantidades de sulfato en el agua de lluvia y en las aguas superficiales están directamente relacionadas con las emisiones de dióxido de azufre resultantes de las actividades humanas, principalmente de los motores alimentados por gasóleo (Bolaños et al., 2019).

2.2.3.7. Cloruros

Los cloruros producen sales cuando el gas de cloro cargado negativamente se mezcla con metales cargados positivamente. El cloro (Cl_2), desinfectante común, es muy tóxico, sin embargo, cuando se mezcla con un metal como el sodio (Na), se convierte en un sustento para la vida, puesto que los organismos vivos necesitan pequeños niveles de cloruros para su actividad celular. El cloruro procede de aguas residuales, contaminantes industriales y fuentes naturales, por la descomposición de



la materia orgánica, la deposición atmosférica (lluvia ácida), la escorrentía superficial y la salinización natural o artificial del agua. Así, los cloruros (Cl-) son un parámetro químico utilizado en el análisis del agua. En concentraciones elevadas, pueden dañar el medio ambiente y la salud, afectando el sabor del agua, por lo que su detección es esencial en el análisis del agua (García et al., 2019).

2.2.3.8. Hierro

La presencia de hierro en las aguas naturales es el resultado del proceso de disolución de las rocas. El hierro está presente en las aguas superficiales en concentraciones extremadamente bajas debido a su gran insolubilidad en estos medios. Sin embargo, el hierro divalente suele estar ausente en este tipo de aguas debido a su presencia en ambientes anaeróbicos, donde la presencia de oxígeno provoca su rápida oxidación (Valencia, 2019).

La presencia del hierro en el agua puede ser natural o resultado de actividades humanas, y puede encontrarse de las siguientes formas.

- Hierro disuelto (ferroso), En cantidades elevadas, el agua puede volverse amarilla o marrón y alterar su sabor y olor. El hierro disuelto también puede precipitarse y crear depósitos sólidos en tuberías y equipos de fontanería, obstruyéndolos y acortando su vida útil.
- Hierro precipitado (férrico), cuando el hierro soluble en agua se oxida y precipita, se forman óxidos o hidróxidos de hierro. La



turbidez puede deberse a la sedimentación de estas partículas en las masas de agua, las tuberías y los equipos de fontanería. El hierro precipitado puede obstruir los filtros y limitar la eficacia del tratamiento del agua.

La presencia de hierro en el agua puede tener varios efectos no deseados, tanto en aspecto como en funcionalidad. Por lo cual es crucial controlar y regular el contenido de hierro en el agua para garantizar su calidad y seguridad (Guzmán, 2019).

2.2.4. Microcuenca

Se entiende como una pequeña región en la que la escorrentía de las precipitaciones se acumula y desemboca en un cauce compartido conocido como corriente principal. Una microcuenca suele abarcar una superficie que oscila entre unos cientos de hectáreas y unos cinco mil (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2023). Algunas expresiones utilizadas a menudo para describir e identificar los componentes que caracterizan una cuenca son:

- Cuenca, es un sistema formado por varias subcuencas o microcuencas.
- Subcuencas, se refieren a un conjunto de cuencas más pequeñas que desaguan en un único cauce. Estas cuencas tienen un caudal que varía, pero permanece constante a lo largo del tiempo.
- Microcuencas, alude a una ubicación que contribuye con su flujo al cauce principal de una subcuenca. En resumen, una subcuenca se segmenta en múltiples microcuencas.



- Quebradas, e refiere a cualquier región que contribuye directamente con su escorrentía al cauce principal de una microcuenca.

2.2.5. Percepción de los habitantes

A pesar de que la percepción de la calidad de un servicio puede o no estar determinada por la experiencia que se tenga con él, el agrado se basa en ella. La interpretación de Hunt sostiene que la satisfacción del cliente es el producto positivo de la valoración personal de una persona sobre los numerosos resultados y experiencias asociados a la compra o utilización de un producto. Las percepciones se fundamentan en sistemas culturales e ideológicos establecidos por un colectivo social para atribuir ciertas características a los objetos o circunstancias del ambiente. Esto permite reunir pruebas para comprender la realidad. La calidad del agua es una característica social de la construcción, lo que significa que su evaluación está fuertemente ligada a los usos y fines previstos (Calderon & Barcena, 2023).

2.2.6. Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales

Refiere la categorización sistemática y la descripción detallada de las masas de agua situadas dentro de los continentes, incluidos ríos, lagos, lagunas y arroyos, a fin de mejorar la comprensión de sus atributos, excelencia y utilización, así como establecer estrategias adecuadas para su administración y preservación (Autoridad Nacional del Agua, 2018).

La Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA se elaboró para la categorización de los cuerpos de agua superficiales continentales. Esta categorización se fundamentó en criterios técnicos que comprenden el uso actual (puntos de recolección de agua), zonas naturales resguardadas, zonas de



comunidades indígenas nativas, lagos y lagunas. La resolución se elaboró de acuerdo a las normas establecidas en la Ley de Recursos Hídricos. Dentro de la Región Hidrográfica del Titicaca se han categorizado un total de 127 cursos de agua, conformados por 119 ríos y ocho quebradas. De ellos, el 49% corresponde a la categoría 3. A los ríos no clasificados se les asigna la categoría de categorización del cuerpo de agua en el que desembocan. En el caso de los pequeños afluentes sin clasificar que tienen cuencas de población reconocidas por la ANA, deben clasificarse automáticamente en la categoría 1A2, sin cambiar la clasificación de la corriente principal aguas abajo.

La Autoridad Nacional del Agua (2018) de acuerdo con el nivel de la información y análisis considera la aplicación de tres (03) categorías principales:

Como uso de agua a nivel de río principal y afluentes:

Categoría 1 Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Categoría 3: Riego de Vegetales y bebidas de animales.

Como Áreas Naturales Protegidas por el Estado – ANP, Áreas Comunidades Nativas e Indígenas – ACNI, conservación de cuerpo de agua lenticos (lagos y lagunas), y agua contenida en presas, tenemos a la Categoría 4, que es de Conservación del ambiente acuático.

2.2.7. Estándar de calidad ambiental del agua

Es un instrumento de administración cuyo propósito es medir la calidad ambiental a escala nacional. Define los límites de concentración de ciertos elementos o sustancias en el entorno, con la finalidad de asegurar que no



representen ningún riesgo para la salud de las personas o el entorno. Esta técnica es importante porque fija un objetivo claro para mantener la calidad del medio ambiente. Permite realizar evaluaciones periódicas para garantizar el cumplimiento y facilita la adopción de medidas preventivas y correctoras según sea necesario (Ministerio del Ambiente, 2019).

Precisa el nivel o concentración específica de sustancias, componentes y parámetros biológicos y físico-químicos que se encuentran en el entorno, con la finalidad de lograr la calidad ambiental a nivel de agua, aire, suelo, ruido y radiaciones no ionizantes (Instituto de la Calidad Ambiental, 2023).

2.2.8. Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)

Autoridad Nacional del Agua desarrolla el método para calcular el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), que ayuda a evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua describiéndolo de manera clara y comprensible. Este análisis obtuvo la aprobación a través de la Resolución N° 084-2020-ANA emitida por la Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos (Instituto de la Calidad Ambiental, 2023).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio de esta investigación estuvo definido por la microcuenca de Llallimayo, estableciendo puntos específicos de control en los distritos de Ayaviri y Llalli de la provincia de Melgar.

La microcuenca Llallimayo surge en los 5 000 metros de profundidad desde la fusión del río Azufrini y del río Pataqueña. Al entrar a la provincia de Melgar, ambos ríos crean una "Y", originando el río Llallimayo, que fluye por la provincia y discurre por los distritos de Llalli, Umachiri, Cupi y Ayaviri. Se sitúa entre los números Este de 271,887 a 314,201 y Norte de 8°300,863 a 8°385,821.

Tabla 2

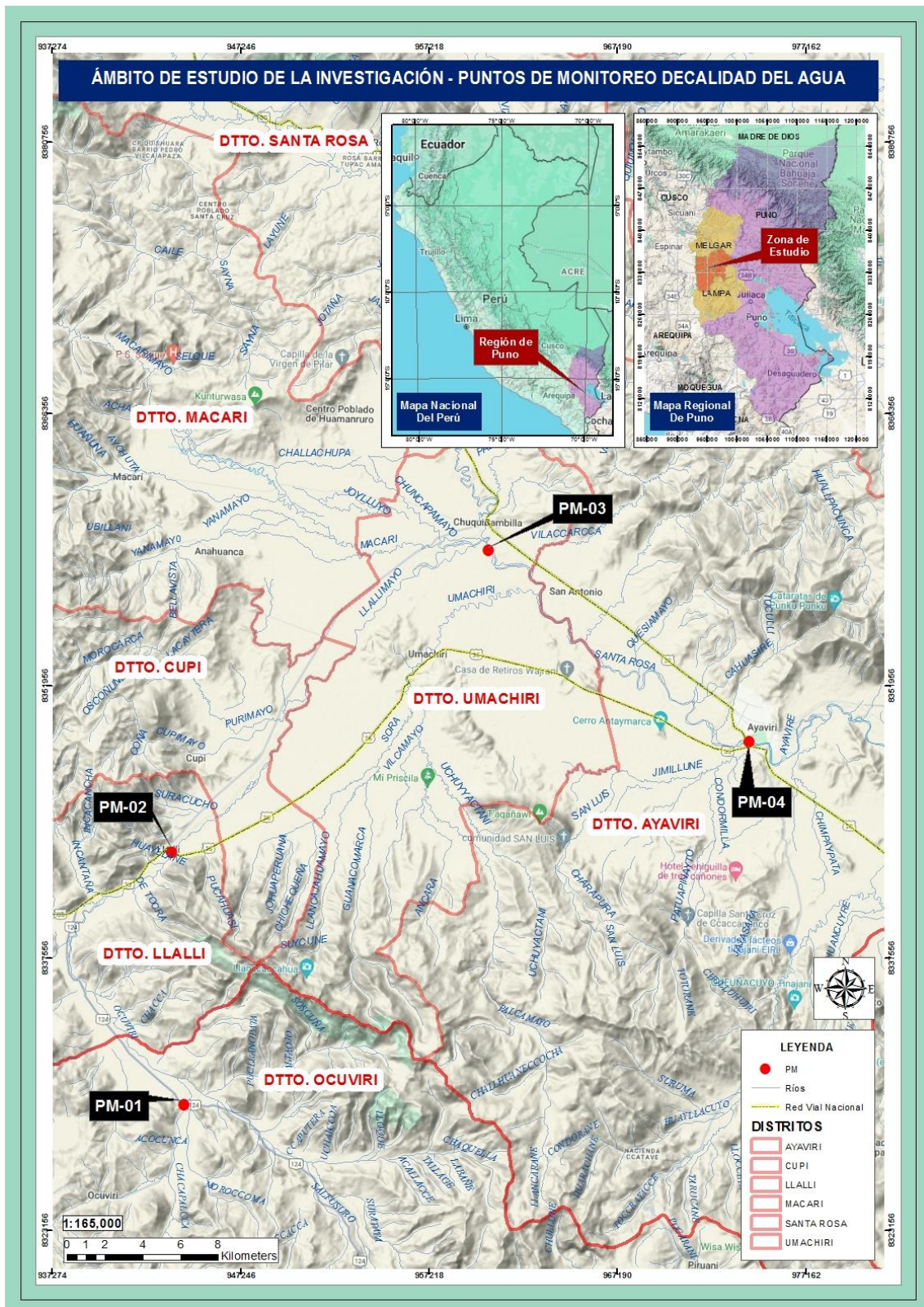
Puntos de monitoreo de la cuenca Llallimayo

Estación	Coordenadas UTM WGS84
PM-01	299056 8333093
PM-02	298043 8346416
PM-03	314338 8362813
PM-04	328385 8353070

Nota: Coordenadas UTM de los 4 puntos de monitoreo consideradas en el estudio.

Figura 1

Área de estudio de la investigación



Nota: Distribución de los 4 puntos de monitoreo contemplados en el estudio.



3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación corresponde a un diseño no experimental, de corte transversal debido a que se realizará la recolección de datos en un solo momento a fin de describir las variables de estudio y analizar su interrelación en un momento dado; y es de tipo correlacional debido a que el interés es la relación causal entre las variables limitado al análisis de las relaciones causales (Hernández et al., 2014). Debido a que en la presente pesquisa se determinará la calidad del agua mediante el monitoreo de los parámetros pH, alcalinidad total, conductividad eléctrica, sulfatos, cloruros y hierro y la percepción de los habitantes cercanos a los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población de estudio comprendió la microcuenca de Llallimayo comprendida entre los distritos de Ayaviri y Llali.

3.3.2. Muestra

Para la muestra de calidad de agua, se aplicó monitoreos por conveniencia del investigador, para lo cual se tomó 4 puntos de monitoreo en la microcuenca de Llallimayo: un (01) punto de monitoreo en el distrito de Ocuvi, un (01) punto de monitoreo en el distrito de Llali, un (01) punto de monitoreo en el distrito de Umachiri “Chuquibambilla” y un (01) punto de monitoreo al distrito de Ayaviri, en las cuales se ejecutó tres (03) monitoreos en diferentes fechas. A continuación, los detalles de los puntos de monitoreo:



Tabla 3

Puntos de monitoreo de agua

ID	Punto de Monitoreo	Coordenadas – UTM / Zona 19 L	
		Este	Norte
1	PM-01	299056	9333093
2	PM-02	208043	8346416
3	PM-03	314338	8362813
4	PM-04	328385	8353070

Fuente: Elaboración propia

El tamaño de muestra para realizar la encuesta de percepción de los habitantes estuvo definido por un monitoreo no probabilístico por conveniencia, mediante el cual se determinó una muestra total de 100 viviendas considerando los siguientes criterios.

Criterios de inclusión: Viviendas asentadas por más de 5 años en las proximidades de la faja marginal de la microcuenca Llallimayo en el distrito de Ayaviri y Llalli.

Criterios de exclusión: Viviendas asentadas por menos de 5 años en las proximidades de la faja marginal de la microcuenca Llallimayo en el distrito de Ayaviri y Llalli.



3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Evaluación los parámetros físico – químicos de pH, alcalinidad total, conductividad eléctrica, sulfatos, cloruros y hierro en muestras de agua provenientes de la microcuenca Llallimayo.

3.4.1.1. Toma de muestra de la calidad de agua

Una vez ubicados en los puntos de monitoreo; se procedió a la toma de muestras, la cual se realizó siguiendo el protocolo del ANA (N° 031-2010-SA, 2010). Las muestras de agua fueron colectadas en frascos de vidrio esterilizado, de boca ancha, tapa hermética. El frasco se enjuagó 3 veces con el agua de la misma fuente antes de colectar 500 ml de muestra.

3.4.1.2. Determinación de parámetros físico químicos

3.4.1.2.1. pH

El pH se midió con un potenciómetro multiparámetro portátil. Posterior a la calibración del equipo, en un vaso precipitado de 250 ml se colocó 50 ml de muestra después de enjuagar 3 veces antes del análisis. Se registró los resultados obtenidos en un cuaderno de campo.

3.4.1.2.2. Alcalinidad total

Se realizó la medición utilizando un recipiente Erlenmeyer de 250 ml, conteniendo 25 ml de muestra, al que se le agregaron 3 gotas de fenolftaleína. Frente a una tonalidad rosácea, se aplicará ácido sulfúrico 0.05 N hasta que se decolore, luego se anotarán los ml empleados. Para luego adicionar dos gotas de anaranjado de metilo y realizar la titulación



hasta lograr una coloración rojo salmón muy claro. Los cálculos se realizaron con la siguiente fórmula:

$$\text{Alcalinidad (CaCO}_3\text{) ppm} = \frac{V \text{ H}_2\text{SO}_4 \times N \times \text{PM CaCO}_3 / \text{mol 2eq}}{V \text{ muestra}}$$

Dónde:

- ppm = partes por millón.
- V = volumen.
- N = normalidad.
- PM = peso m.

3.4.1.2.3. Conductividad eléctrica

Se enjuagó tres veces un vaso de precipitado de 250 ml con agua destilada; se limpió y secó; luego se le proporcionó 50 ml de la muestra de agua, se incorporó el electrodo del conductímetro, hasta que el equipo se estabilizó y se anotó en el cuaderno de campo.

3.4.1.2.4. Sulfatos

Se depositaron 25 ml de la muestra en un Erlenmeyer de 250 ml, luego se añadieron 0.01 mg de cloruro de bario, con el objetivo de disolver y dejar reposar durante 10 minutos. Luego se activó el espectrofotómetro correctamente calibrado para luego ubicarlo en una cubeta de vidrio y registrar la transmitancia en el dispositivo.

$$\text{Sulfatos} = \frac{\text{Factor de concentracion} \times 100}{\text{Volumen de muestra}}$$



3.4.1.2.5. Cloruros

Se utilizó un matraz de 250 ml limpio y seco, se añadieron 50 ml de muestra, que fue previamente enjuagado tres veces. Después, se añadió 1 ml de cromato de potasio al 5%, resultando en una solución de color amarillo. Se tituló con nitrato de plata hasta alcanzar un tono rojo ladrillo y se registró el volumen de gasto de AgNO_3 . Los datos obtenidos serán sometidos a la siguiente fórmula: Los datos obtenidos serán sometidos a la siguiente ecuación:

$$\text{Cloruros} = \frac{\text{VG AgNO}_3 \times \text{N AgNO}_3 \times \text{meqCl} \times 10^6}{\text{V muestra}}$$

Dónde:

- VG = Gasto de Nitrato de plata (ml).
- N = Normalidad de Nitrato de plata (0.02 N).
- meqCL = miliequivalente del Cl.

3.4.1.2.6. Hierro

Se empleó una pipeta de 5 ml para medir la cantidad de agua de la muestra, esta se colocara en el vial y será utilizado como blanco, por otro lado se usó otra pipeta de 10 ml y se añadirá a otro vial de agua destilada, para taparlo y agitarlo, para luego quitar la tapa y añadir el reactivo que indica el fabricante, se colocara la tapa, se agitará y esperar durante 3 minutos a que ocurra la reacción, se compararan las ventanas de color brindadas por el kit con el que se trabajara con el resultado y se



multiplicara por 2 para obtener mg/l (o ppm) de hierro en la muestra de agua usada para la investigación.

3.4.1.3. Estrategias e instrumentos de obtención de datos

El desarrollo de la estrategia contempló el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos de fuentes superficiales contemplado en la “Resolución Jefatural N° 010 – 2016 – ANA”.

Elaboración de un plan de monitoreo de agua

Identificación del área de estudio

En esta etapa se realizó observaciones directas en el área de estudio y se recopiló datos informativos de campo para integrar al plan de monitoreo como las coordenadas de estudio y las que sean necesarias que aporten al objetivo de la investigación.

3.4.1.4. Monitoreo del agua

En esta etapa se realizaron las tomas de muestras en campo en función al plan de monitoreo, así mismo se realizó los procedimientos del protocolo establecido por la Resolución Jefatural N° 010 – 2016 – ANA.

Se consideró los siguientes aspectos:

- Preparación de materiales y equipo
- Indumentaria de protección
- Precauciones durante el monitoreo
- Determinación del agua



Posteriormente se obtuvo los datos de calidad de agua, cuyo análisis se realizó en un laboratorio.

Reconocimiento del entorno, ubicación del punto de monitoreo

- Acondicionamiento
- Medición de parámetros de campo
- Registro de información
- Toma de muestra de agua, preservación, etiquetado, rotulado y transporte
- Llenado de cadena de custodia.
- Sellado de envase de muestra.

Se emplearon las siguientes herramientas:

- Potenciómetro multiparámetro portátil.
- Kit de toma de muestras (Cooler, Frascos, refrigerante, jarra y demás)
- Cadena de custodia
- GPS
- Cámara fotográfica
- Equipos de protección personal
- Estándar de calidad ambiental del agua.



3.4.2. Determinación de la percepción de la calidad de agua por los habitantes del área de influencia.

3.4.2.1. Encuestas presenciales

Se organizaron reuniones en persona, utilizando un guion exploratorio de preguntas (lista de preguntas a responder) para inducir el diálogo con los entrevistados. Estos, con sus propias palabras, expresaron sus opiniones sobre la contaminación de la cuenca, los impactos en la contaminación del agua y las repercusiones en su producción agropecuaria.

3.4.2.2. Recopilación de información

Para el procesamiento de análisis de datos se tuvo una encuesta con 13 preguntas donde las interrogantes tuvo un enfoque en la relación de la percepción de calidad de agua, origen de la contaminación, nivel de gravedad de las consecuencias de la actividad minera, entre otros.

3.4.2.3. Análisis

Para la tabulación de los resultados de la encuestas y entrevistas realizadas se utilizó la escala de Likert para determinar la percepción local de los habitantes del área de influencia.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación denominada “Determinar la calidad de aguas provenientes de la microcuenca Llallimayo y la percepción de los habitantes del área de influencia” se presentan de forma ordenada en función a cada objetivo específico abordado en cumplimiento del objetivo general.

4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE MUESTRAS DE AGUA PROVENIENTES DE LA MICROCUENCA LLALLIMAYO.

Considerando que la microcuenca Llallimayo pertenece a la categoría 3 “Riego de vegetales y bebida de animales”, a continuación, se presentan tablas y gráficos que muestran los parámetros físico – químicos de pH, alcalinidad total, conductividad eléctrica, sulfatos, cloruros y hierro en comparación con el ECA para agua categoría 3:

Tabla 4

Calidad físico-química de agua por fecha y por punto de monitoreo de Ocwiri, Llalli, Chuquibambilla y Ayaviri.

PM	Monitoreo	Parámetros Físico-químicos						
		Potencial de Hidrogeno (pH)	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Hierro (mg/l)	Alcalinidad CaCO ₃ (mg/l)	
Ocwiri	Monitoreo 01	4.35	290.20	318	107.80	0.002	11.15	
	Monitoreo 02	4.85	282.80	280	107.75	0.003	11.10	
	Monitoreo 03	4.75	287.40	290	107.77	0.003	11.14	
	\bar{X}	4.65	286.80	296.00	107.77	0.00	11.13	
Llalli	Monitoreo 01	5.80	307.20	118	51.06	0.004	66.54	
	Monitoreo 02	6.32	310.50	160	51.01	0.005	66.50	
	Monitoreo 03	5.40	309.40	148	51.04	0.004	66.57	
	\bar{X}	5.85	309.03	142.00	51.04	0.00	66.54	
Umachiri - "Chuqui- bambilla"	Monitoreo 01	7.80	684.20	310	371.62	0.008	332.70	
	Monitoreo 02	7.32	708.10	309	370.80	0.009	333.00	
	Monitoreo 03	7.70	694.20	307	370.60	0.008	330.40	
	\bar{X}	7.61	695.50	308.67	371.01	0.01	332.03	
Ayaviri	Monitoreo 01	6.72	342.10	224	130.49	0.003	177.44	
	Monitoreo 02	6.90	420.30	180	130.40	0.003	177.09	
	Monitoreo 03	6.74	420.90	190	130.47	0.003	177.09	
	\bar{X}	6.79	394.43	198.00	130.45	0.00	177.34	
\bar{X}	6.23	421.44	236.17	165.07	0.00	146.76		

En la Tabla 4 se presenta los datos obtenidos durante la investigación, en relación de pH en los puntos de monitoreo PM-01 – Ocuvi, PM-02 – Llalli, PM-03 Chuquibambilla y PM-04 Ayaviri con un promedio pH 6.23 considerándose este promedio como aguas ligeramente ácidas que incumplen con los valores establecidos por el ECA, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Asimismo, los valores promedio obtenidos en relación a la Conductividad eléctrica, Sulfato, Cloruro, Hierro y Alcalinidad en los puntos de monitoreo PM-01 – Ocuvi, PM-02 – Llalli, PM-03 Chuquibambilla y PM-04 Ayaviri son: 421.44 mg/l, 236.17 μ S/cm, 165.07 mg/l, 0.00 mg/l y 146.76 mg/l respectivamente, registrando valores dentro de los Estándares de Calidad.

A continuación, se presenta los resultados de pH en los puntos de monitoreo:

Tabla 5

Valores de pH por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.

Puntos de Monitoreo en la Microcuenca Llallimayo	Potencial de Hidrógeno (pH)			Promedio	DS 004-2017 MINAM	
	Monitoreo 01	Monitoreo 02	Monitoreo 03		Riego de Vegetales	Bebida de Animales
PM-01 - Ocuvi	4.35	4.85	4.75	4.65	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
PM-02 - Llalli	5.80	6.32	5.40	5.84	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
PM-03 - Chuquibambilla	7.80	7.32	7.70	7.61	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
PM-04 - Ayaviri	6.72	6.90	6.74	6.79	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
	6.16	6.34	6.14			

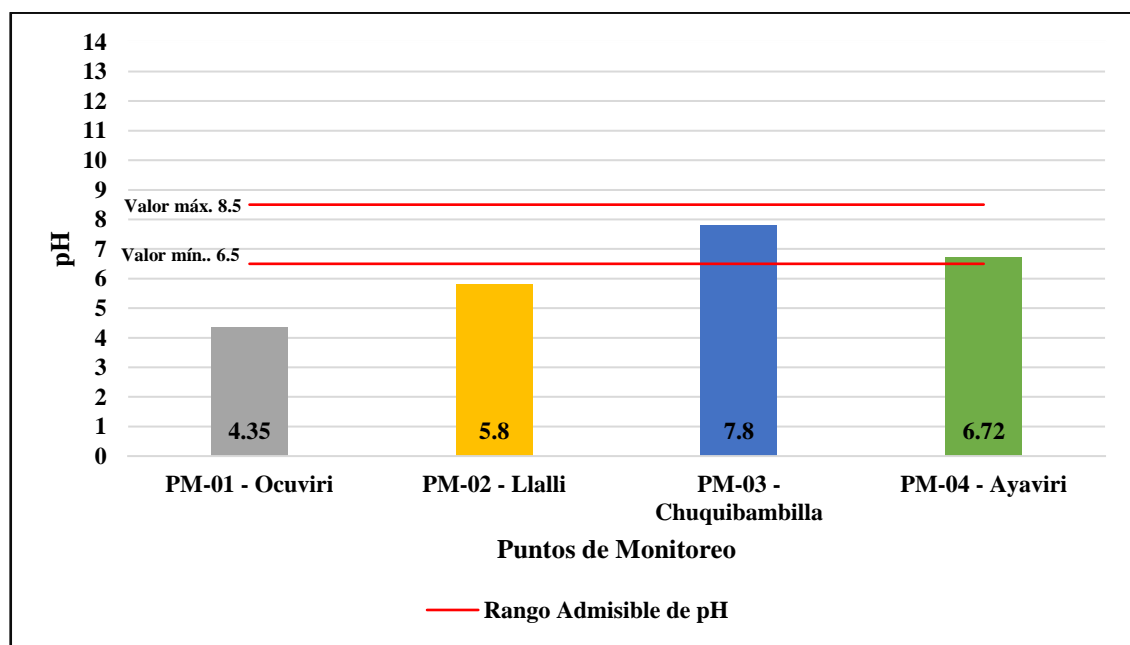
La Tabla 5 se presenta que los valores promedio de pH en los puntos de monitoreo PM-01 – Ocuvi y en el PM-02 – Llalli, incumplen con los valores establecidos por el ECA, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, puesto que se registraron valores promedio de 4.65 y 5.84 respectivamente, indicando aguas ligeramente ácidas, resultados que coinciden con el estudio realizado por Meza et al. (2022) quienes investigaron la influencia de la actividad minera en la calidad del agua del río Oscocachi en la comunidad de Ollachea, Puno, determinando un ligero nivel de acidez en las aguas en estudio con un pH de 5.9, vinculando estos resultados a la expansión de las actividades mineras.

Los siguientes gráficos muestran los valores de pH registrados en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo en la primera toma de muestra.

Figura 2

Valores de pH en puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.

Nota: El valor de pH para riego de vegetales es de 6.5 a 8.5; y para bebida de animales es de 6.5 a 8.4.

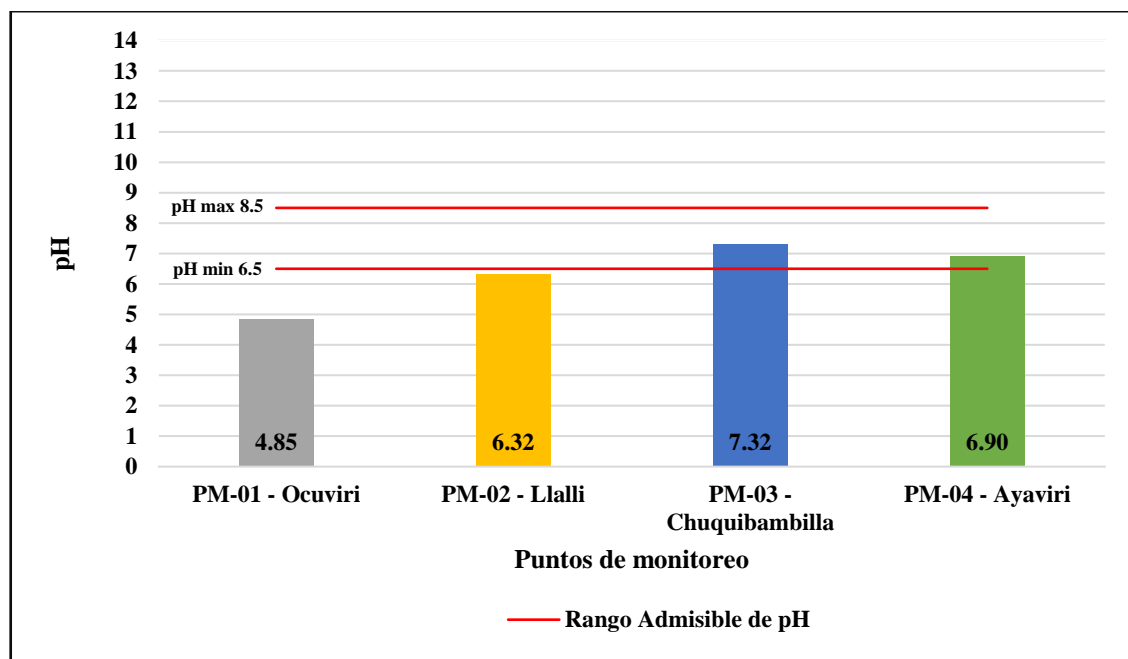


La Figura 2 se presenta gráficamente la información contenida en la Tabla 5, visualizando que los valores de pH del primer monitoreo en los puntos PM 1 – Ocuvi y PM 2 – Llalli se mantuvieron por debajo de los valores establecidos, con pH de 4.35 (medianamente ácido) y 5.80 (ligeramente ácido) respectivamente, mientras que en el PM 3 – Chuquibambilla y PM 4 – Ayaviri se encontraron resultados dentro de lo establecido en el ECA para agua, categoría 3.

Figura 3

Valores de pH en puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.

Nota: El valor de pH para riego de vegetales es de 6.5 a 8.5; y para bebidas de animales es de 6.5 a 8.4.

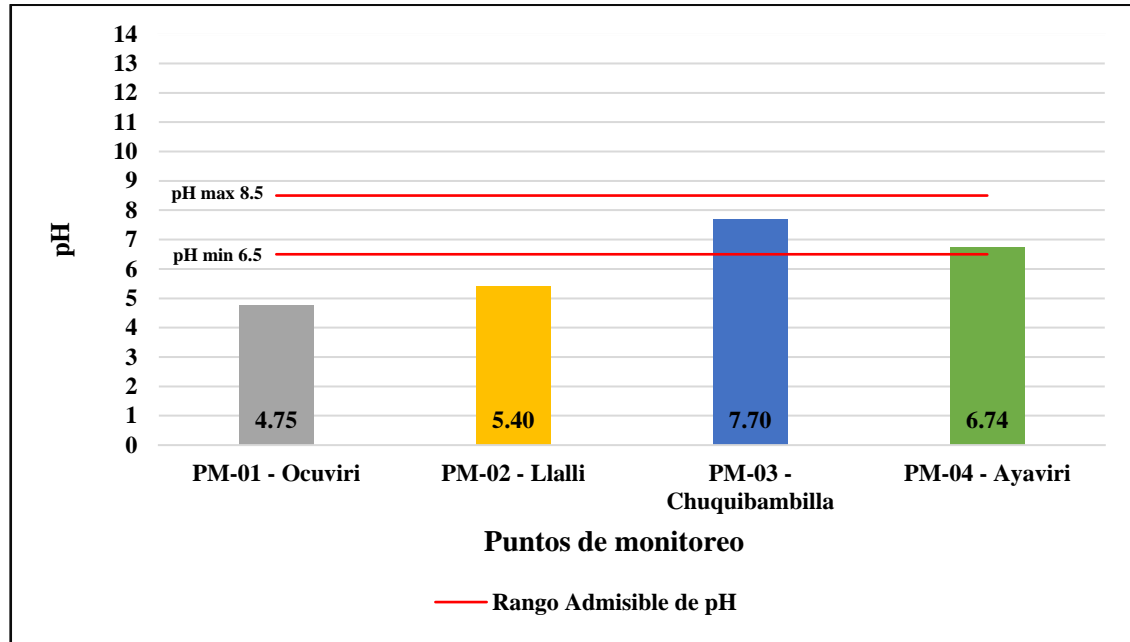


La Figura 3 se presenta gráficamente la información contenida en la Tabla 5, donde los resultados de pH del segundo monitoreo en los puntos PM-01-Ocuvi y PM-02-Llalli presentan un pH ácido con valores 4.85 (medianamente ácida) y 6.32 (ligeramente ácida), los puntos PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri presentaron valores de pH 7.32 y 6.90 respectivamente, los que se encuentran dentro de lo establecido por el ECA para agua – categoría 3.

Figura 4

Valores de pH en puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo –20/03/2023.

Nota: El valor de pH para riego de vegetales es de 6.5 a 8.5; y para bebidas de animales es de 6.5 a 8.4.



La Figura 4 se presenta gráficamente la información contenida en la Tabla 5, donde se puede identificar que los resultados de pH del tercer monitoreo para los puntos PM-01-Ocuviri y PM-02-Llalli presentan un pH ácido con valores 4.75 (medianamente ácida) y 5.40 (ligeramente ácida), y en los puntos PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri los valores de pH 7.70 y 6.74 respectivamente, que se encuentran dentro del rango admisible de pH establecidos por el ECA para agua – categoría 3.

A continuación, se presenta los resultados de conductividad en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo:

Tabla 6

Valores de conductividad eléctrica por puntos de monitoreo en la microcuenca

Llallimayo.

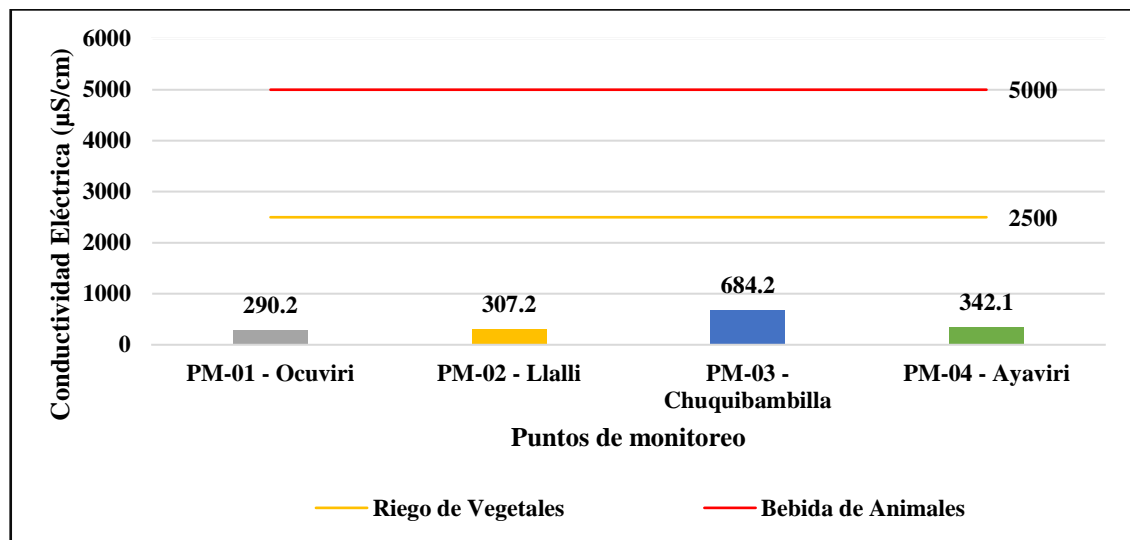
Puntos de Monitoreo en la Microcuenca Llallimayo	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			Promedio	DS 004-2017 MINAM	
	Monitoreo 01	Monitoreo 02	Monitoreo 03		Riego de Vegetales	Bebida de Animales
PM-01 - Ocuvi	290.20	282.80	287.40	286.80	2500	5000
PM-02 - Llalli	307.20	310.50	309.40	309.03	2500	5000
PM-03 - Chuquibambilla	684.20	708.10	694.20	695.50	2500	5000
PM-04 - Ayaviri	342.10	420.30	420.90	394.43	2500	5000
	405.92	430.42	427.97			

En la Tabla 6 se visualiza que los valores de conductividad en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo, con un promedio mínimo en el PM 01 – Ocuvi con $286.80 \mu\text{S}/\text{cm}$ en relación al PM- 03- Chuquibambilla con $695.50 \mu\text{S}/\text{cm}$. Asimismo, en relación a promedio por monitoreo se obtuvo $405.92 \mu\text{S}/\text{cm}$ del primer monitoreo que se realizó 19/08/2022 con promedio mínimo y $430.42 \mu\text{S}/\text{cm}$ del segundo monitoreo realizado 20/12/2022 con mayor promedio. Todos los datos obtenidos cumplen con los valores establecidos por el ECA, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Los siguientes gráficos muestran los valores de conductividad eléctrica registrados en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo en la primera toma de muestra:

Figura 5

Valores de conductividad eléctrica en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.



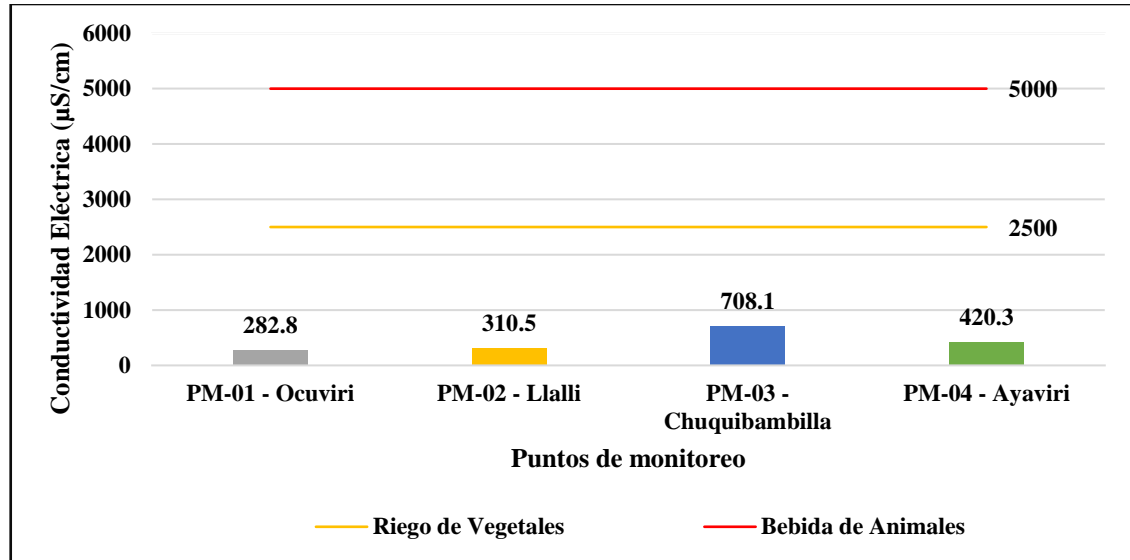
Nota: La conductividad eléctrica para riego de vegetales es de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para bebida de animales es de 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La Figura 5 se presenta gráficamente la información de la Tabla 6, donde los resultados de conductividad eléctrica en el primer monitoreo se mantienen dentro del valor establecido por el ECA para agua categoría 3, en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri se obtuvieron resultados de 290.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 307.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 684.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 342.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, indicando que los valores de conductividad eléctrica son favorables para su uso el riego de vegetales y bebida de animales.

La siguiente figura presentan los resultados de conductividad eléctrica en la microcuenca Llallimayo en la segunda toma de muestra.

Figura 6

Valores de conductividad eléctrica en la microcuenca Llallimayo 1° Monitoreo –
20/12/2022.

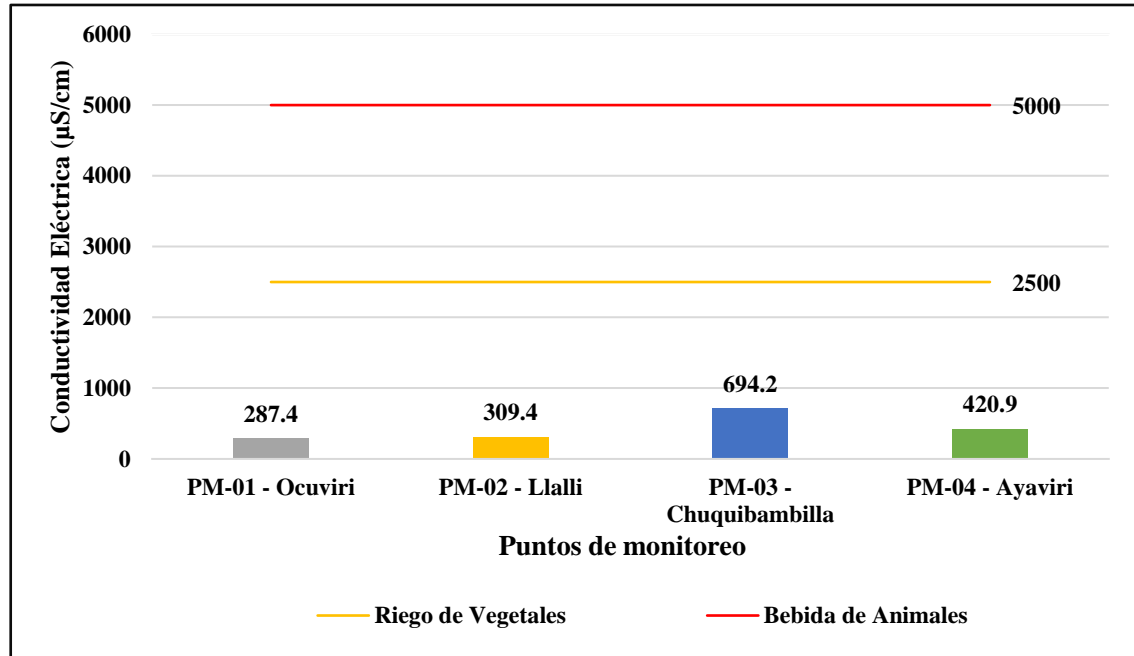


Nota: La conductividad eléctrica para riego de vegetales es de 2500 µS/cm y para bebida de animales es de 5000 µS/cm.

En la figura 6 se evidencia que los resultados de conductividad eléctrica del segundo monitoreo cumplen con el ECA para agua categoría 3, el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri presentaron valores de 282.8 µS/cm; 310.5 µS/cm; 708.1 µS/cm y 420.3 µS/cm respectivamente. indicando que los valores de conductividad eléctrica son favorables para su uso el riego de vegetales y bebida de animales.

Figura 7

Valores de conductividad eléctrica en la microcuenca Llallimayo 2° Monitoreo –
20/03/2023



Nota: La conductividad eléctrica para riego de vegetales es de 2500 µS/cm y para bebida de animales es de 5000 µS/cm.

Los resultados de conductividad eléctrica del tercer monitoreo en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri fueron de 287.4 µS/cm; 309.4 µS/cm; 694.2 µS/cm y 420.9 µS/cm respectivamente, los cuales se encuentran dentro de los valores establecidos por el ECA para agua categoría 3, siendo favorable para el riego de vegetales y bebida de animales en cuanto a conductividad eléctrica.

A continuación, se presentan los resultados de sulfatos en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo:

Tabla 7

Valores de sulfatos por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.

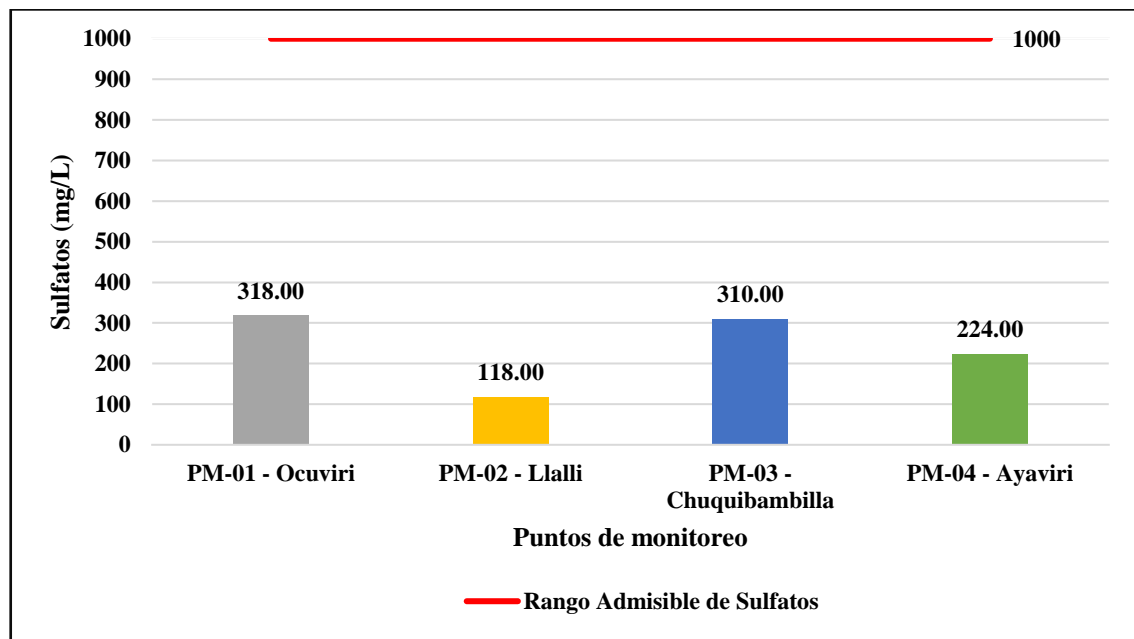
Puntos de Monitoreo en la Microcuenca Llallimayo	Sulfatos (mg/l)			Promedio	DS 004-2017 MINAM	
	Monitoreo 01	Monitoreo 02	Monitoreo 03		Riego de Vegetales	Bebida de Animales
PM-01 - Ocuwiri	318	280	290	296.00	1000	1000
PM-02 - Llalli	118	160	148	142.00	1000	1000
PM-03 - Chuquibambilla	310	309	307	308.67	1000	1000
PM-04 - Ayaviri	224	180	190	198.00	1000	1000
	242.5	232.25	233.75			

En la Tabla 7 se visualiza que los valores de sulfatos en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo con un promedio mínimo en el PM 02 – Llalli con 142.00 mg/l en relación al PM- 03- Chuquibambilla con 308.67 mg/l. Asimismo, en relación a promedio por monitoreo se obtuvo 232.25 mg/l del segundo monitoreo que se realizó 20/12/2022 con promedio mínimo y 242.5 mg/l del primer monitoreo realizado 19/08/2022 con mayor promedio. Todos los datos obtenidos cumplen con los valores establecidos por el ECA, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Los siguientes gráficos muestran los valores de conductividad eléctrica registrados en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo en la primera toma de muestra.

Figura 8

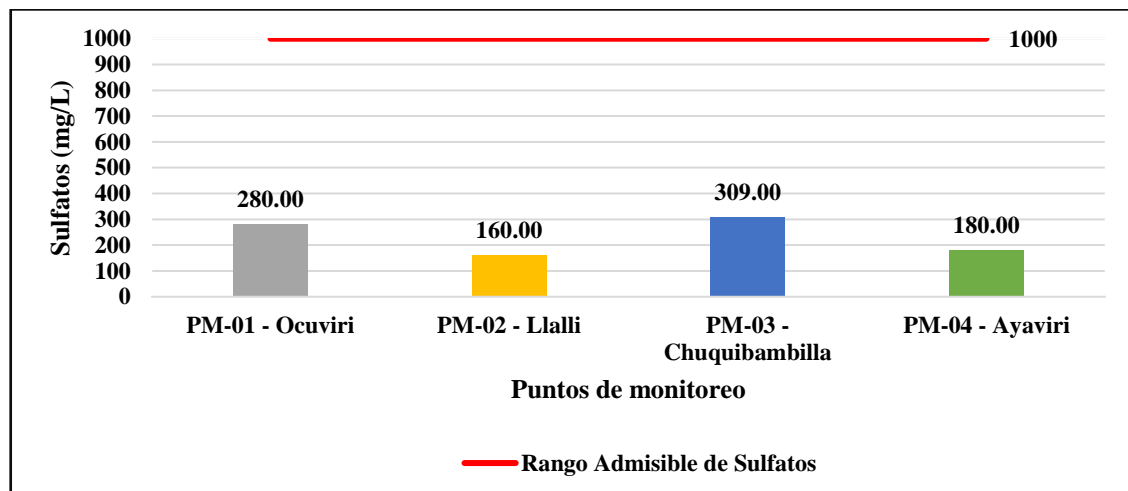
Valores de sulfatos en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.



La Figura 8 muestra gráficamente la información de la Tabla 7, donde la concentración de sulfatos para el primer monitoreo cumple con el ECA para agua, categoría 3, pues en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri presentan resultados de 318.00 mg/l; 118.00 mg/l; 310.00 mg/l y 224.00 mg/l respectivamente. Esto indica que el agua es favorable para su uso correspondiente en el riego de vegetales y bebida de animales en cuanto a sulfatos.

Figura 9

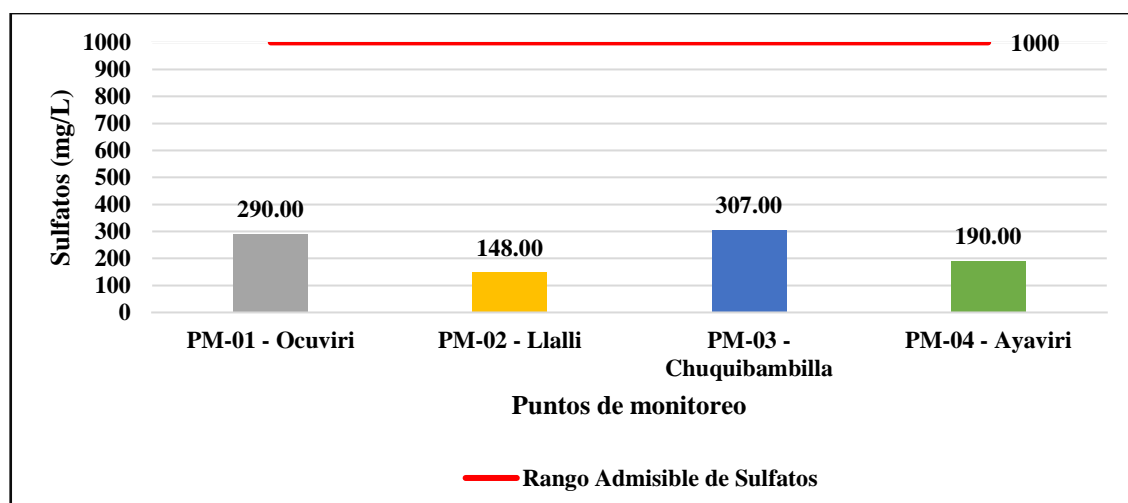
Valores de sulfatos en la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.



La Figura 9 muestra gráficamente la información de la Tabla 7, donde se puede apreciar que la concentración de sulfatos para el segundo monitoreo cumple con el ECA para agua, categoría 3, pues en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri la concentración fue de 280.00 mg/l; 160.00 mg/l; 309.00 mg/l y 180.00 mg/l respectivamente. Esto indica que el agua es favorable para su uso correspondiente en el riego de vegetales y bebida de animales en cuanto a sulfatos.

Figura 10

Valores de sulfatos en la microcuenca Llallimayo – 20/03/2023.



En la Figura 10, los resultados de Sulfatos para el tercer monitoreo indican concentraciones aceptables frente al Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, donde en el PM-01-Ocuviri, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri tienen un resultado de 290.00 mg/l; 148.00 mg/l; 307.00 mg/l y 190.00 mg/l respectivamente. Esto indica que el agua es favorable para su uso correspondiente en el riego de vegetales y bebida de animales en cuanto a sulfatos.

A continuación, se presenta los resultados de cloruros en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo:

Tabla 8

Valores de cloruros por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.

Puntos de Monitoreo en la Microcuenca Llallimayo	Cloruros (mg/l)			Promedio	DS 004-2017 MINAM	
	Monitoreo 01	Monitoreo 02	Monitoreo 03		Riego de Vegetales	Bebida de Animales
PM-01 - Ocuviri	107.80	107.75	107.77	107.77	500	**
PM-02 - Llalli	51.06	51.01	51.04	51.04	500	**
PM-03 - Chuquibambilla	371.62	370.80	370.60	371.01	500	**
PM-04 - Ayaviri	130.49	130.40	130.47	130.45	500	**
	165.24	164.99	164.97			

Fuente: (**) No aplica.

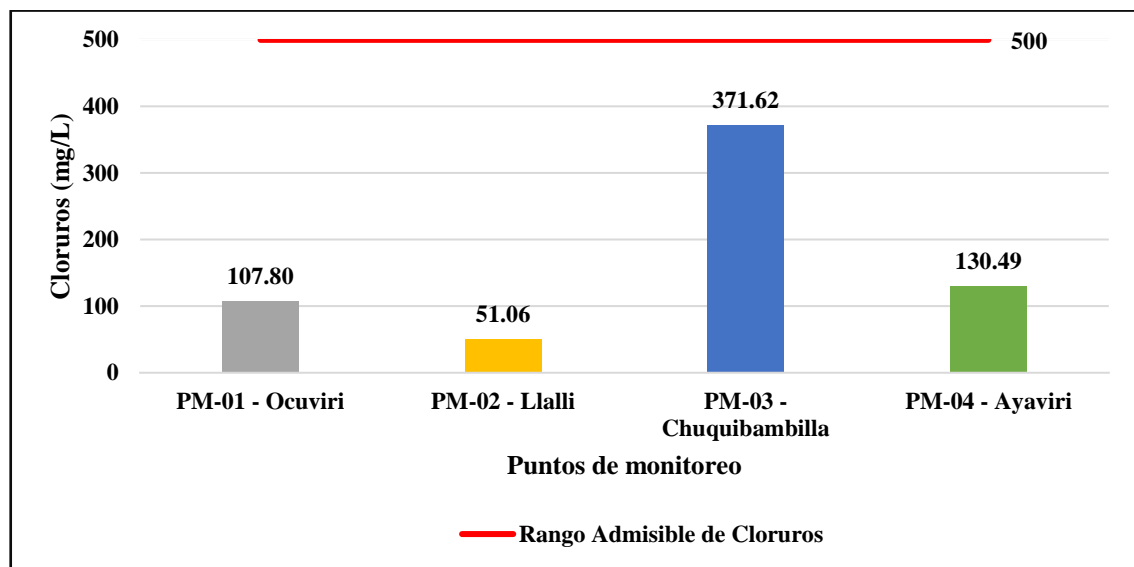
En la Tabla 8 se evidencia que los valores de cloruros en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo con un promedio mínimo en el PM 02 – Llalli con 51.04 mg/l en relación al PM- 03- Chuquibambilla con 371.01 mg/l. Asimismo, en relación a promedio por monitoreo se obtuvo 164.97 mg/l del tercer monitoreo que se realizó 20/03/2023 con promedio mínimo y 165.24 mg/l del primer monitoreo realizado

19/08/2022 con mayor promedio. Todos los datos obtenidos cumplen con los valores establecidos por el ECA, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Los siguientes gráficos muestran los valores de conductividad eléctrica registrados en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo en la primera toma de muestra.

Figura 11

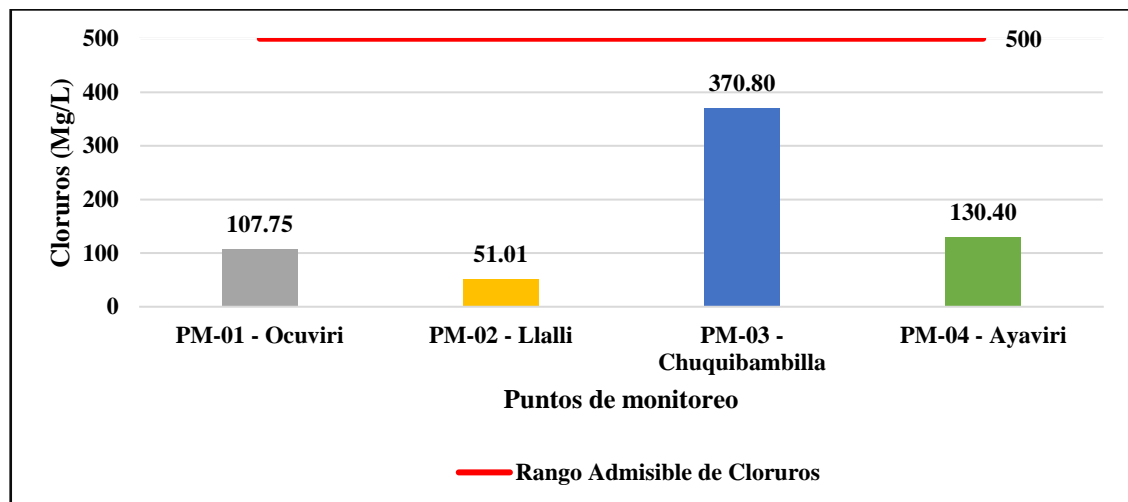
Valores de cloruros en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.



La Figura 11 muestra gráficamente la información de la Tabla 8, donde se puede apreciar que la concentración de cloruros para el primer monitoreo cumple con el ECA para agua, categoría 3, pues en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri la concentración fue de 107.80 mg/l; 51.06 mg/l; 371.62 mg/l y 130.49 mg/l respectivamente. Esto indica que el agua es favorable en cuanto a cloruros para el uso correspondiente de riego de vegetales y bebida de animales.

Figura 12

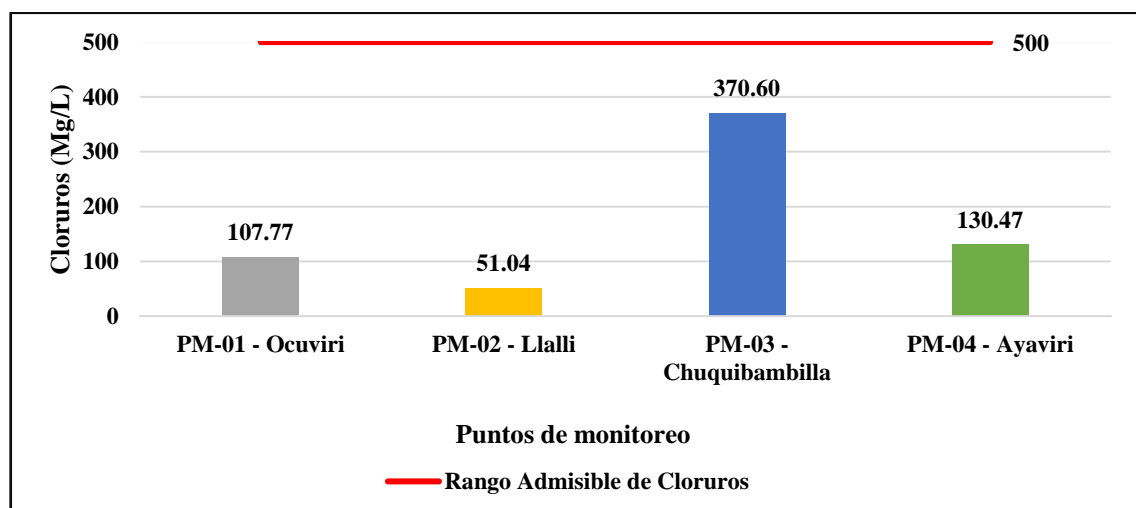
Valores de cloruros en la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.



En la Figura 12, se puede apreciar que la concentración de cloruros para el segundo monitoreo cumple con el Estándar de Calidad Ambiental para agua, donde en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri se obtuvieron resultados de 107.75 mg/l; 51.05 mg/l; 370.80 mg/l y 130.40 mg/l respectivamente. Esto indica que el agua es favorable en cuanto a cloruros para su uso correspondiente en el riego de vegetales.

Figura 13

Valores de cloruros en la microcuenca Llallimayo – 20/03/2023.



La Figura 13 expresa gráficamente el contenido de la Tabla 8, y se puede apreciar en la Figura 13 que expresa gráficamente la información de la Tabla 16 que la concentración de cloruros del tercer monitoreo cumple con el Estándar de Calidad Ambiental del agua, categoría 3 donde en el PM-01-Ocuviri, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri tienen un resultado de 107.77 mg/l; 51.04 mg/l; 370.60 mg/l y 130.47 mg/l respectivamente. Por lo tanto, se confirma que el agua es favorable para el uso en el riego de vegetales en cuanto a cloruros.

A continuación, se presenta los resultados de hierro en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo:

Tabla 9

Valores de hierro por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.

Puntos de Monitoreo en la Microcuenca Llallimayo	Hierro (mg/l)				DS 004-2017 MINAM	
	Monitoreo 01	Monitoreo 02	Monitoreo 03	Promedio	Riego de Vegetales	Bebida de Animales
PM-01 - Ocuviri	0.002	0.003	0.003	0.00	5	**
PM-02 - Llalli	0.004	0.005	0.004	0.00	5	**
PM-03 - Chuquibambilla	0.008	0.009	0.008	0.01	5	**
PM-04 - Ayaviri	0.003	0.003	0.003	0.00	5	**
	0.004	0.005	0.005			

Nota: (**) No aplica.

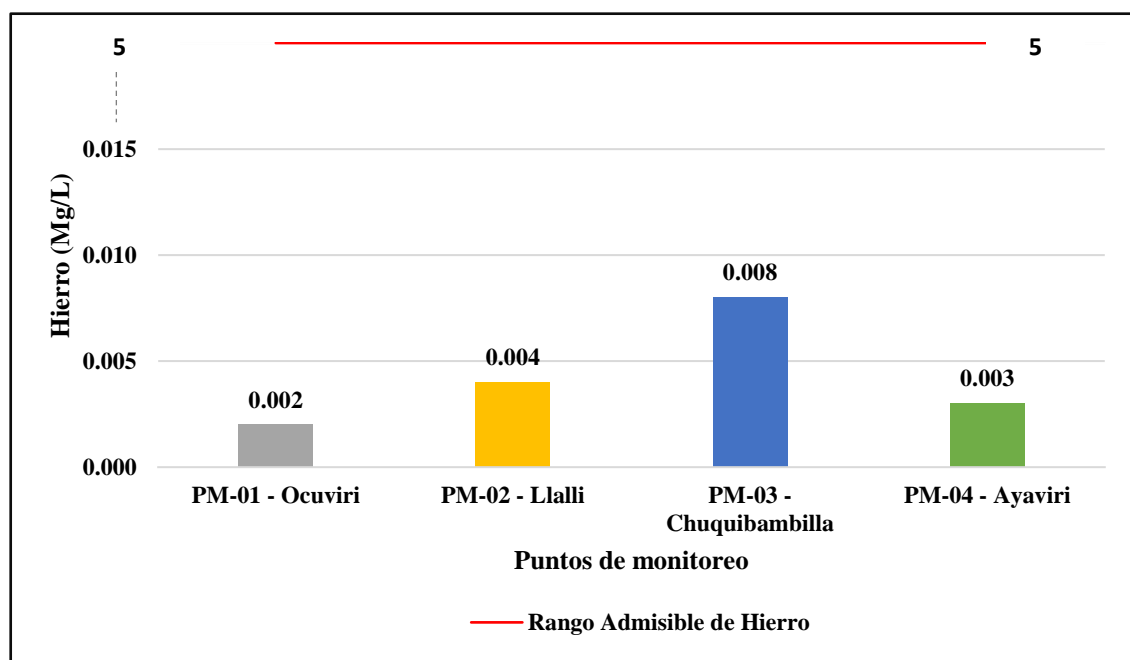
En la Tabla 9 se presenta que los valores de hierro en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo con un promedio mínimo en el PM 01 – Ocuviri, PM 02 – Llalli y PM 04 Ayaviri con 0.00 mg/l en relación al PM- 03- Chuquibambilla con 0.01 mg/l. Asimismo, en relación a promedio por monitoreo se obtuvo 0.004 mg/l del primer monitoreo que se realizó 19/08/2022 con promedio mínimo y 0.005 mg/l del segundo y

tercer monitoreo realizado 19/08/2022 y 20/03/2023 respectivamente con mayor promedio. Todos los datos obtenidos cumplen con los valores establecidos por el ECA, categoría 3: Riego de vegetales.

A continuación, se presenta los resultados de hierro en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo en la primera toma de muestra.

Figura 14

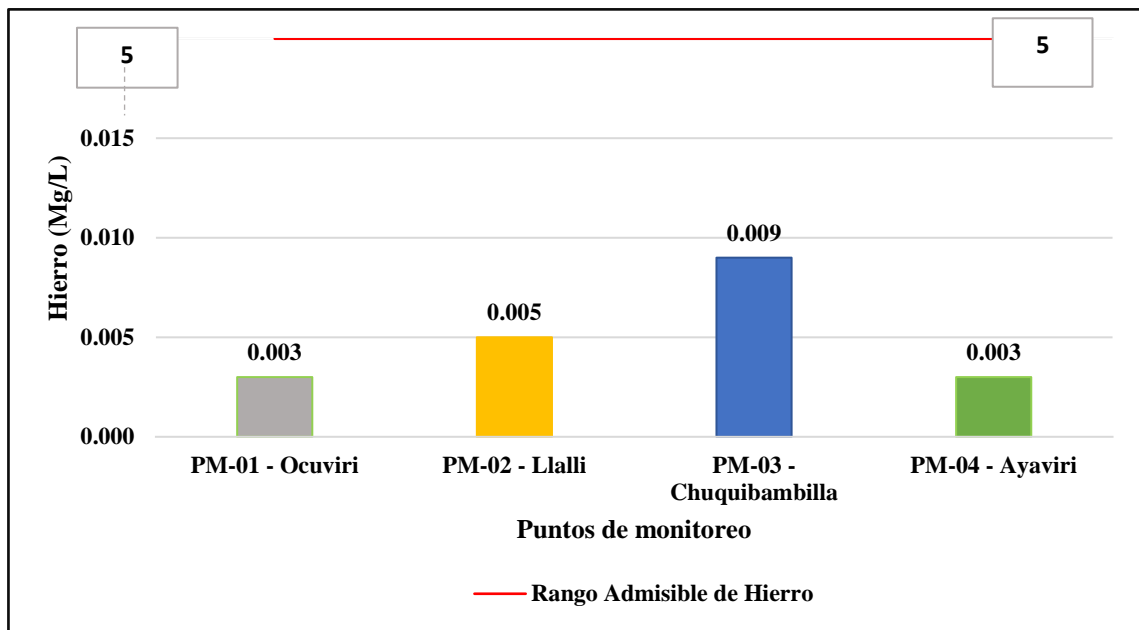
Concentración de hierro en la microcuenca Llallimayo – 19/08/2022.



La Figura 14 expresa gráficamente el contenido de la Tabla 9, evidenciando que las concentraciones de hierro obtenidos en el primer monitoreo indican valores que cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental del agua, categoría 3, donde en el PM-01-Ocuviri, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri tienen un resultado de 0.002 mg/l; 0.004 mg/l; 0.008 mg/l y 0.003 mg/l respectivamente. Esto indica que el agua es favorable para su uso en el riego de vegetales en cuanto a hierro.

Figura 15

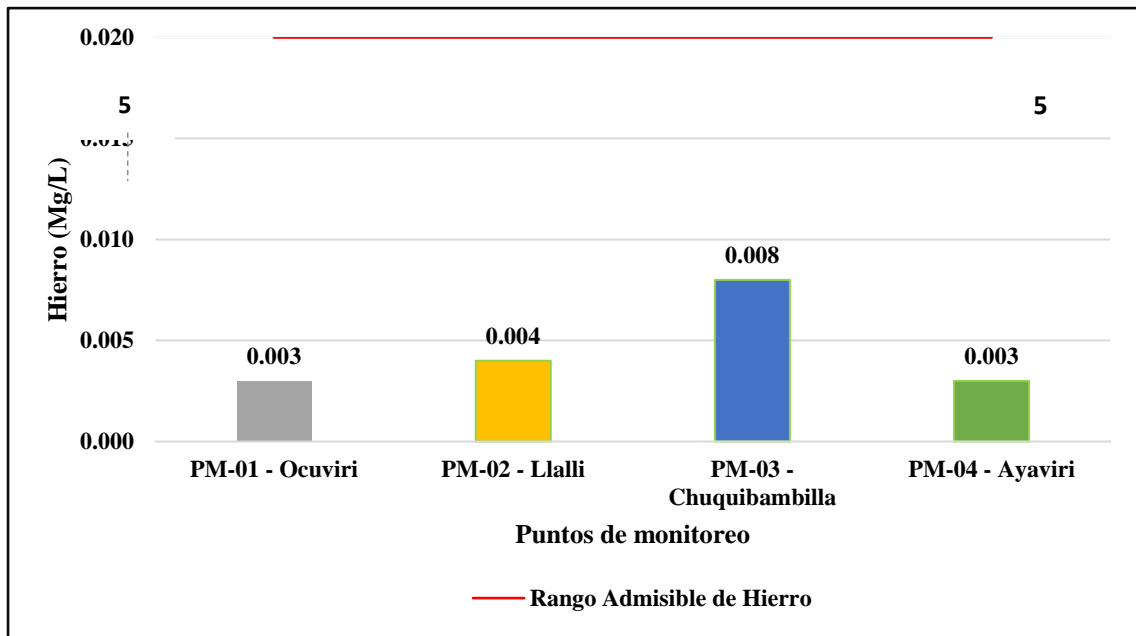
Concentración de hierro en la microcuenca Llallimayo – 20/12/2022.



La Figura 15 muestra gráficamente el contenido de la Tabla 9, donde se visualiza que la concentración de hierro para el segundo monitoreo cumple con el Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, pues en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri se obtuvieron resultados de 0.003 mg/l; 0.005 mg/l; 0.009 mg/l y 0.003 mg/l respectivamente. Esto indica que el agua es favorable para su uso en el riego de vegetales en cuanto a hierro.

Figura 16

Concentración de hierro en la microcuenca Llallimayo – 20/03/2023.



La Figura 16 muestra gráficamente el contenido de la Tabla 9, donde se evidencia que la concentración de hierro del tercer monitoreo cumple con los valores del Estándar de Calidad Ambiental del agua, categoría 3, puesto que en el PM-01-Ocuvi, PM-02-Llalli, PM-03-Chuquibambilla y PM-04-Ayaviri tienen un resultado de 0.003 mg/l; 0.004 mg/l; 0.008 mg/l y 0.003 mg/l respectivamente. Con esta tercera edición se confirma que el agua es favorable para su uso en el riego de vegetales en cuanto a hierro.

A continuación, se presenta los resultados de alcalinidad en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo:

Tabla 10

Valores de alcalinidad por puntos de monitoreo en la microcuenca Llallimayo.

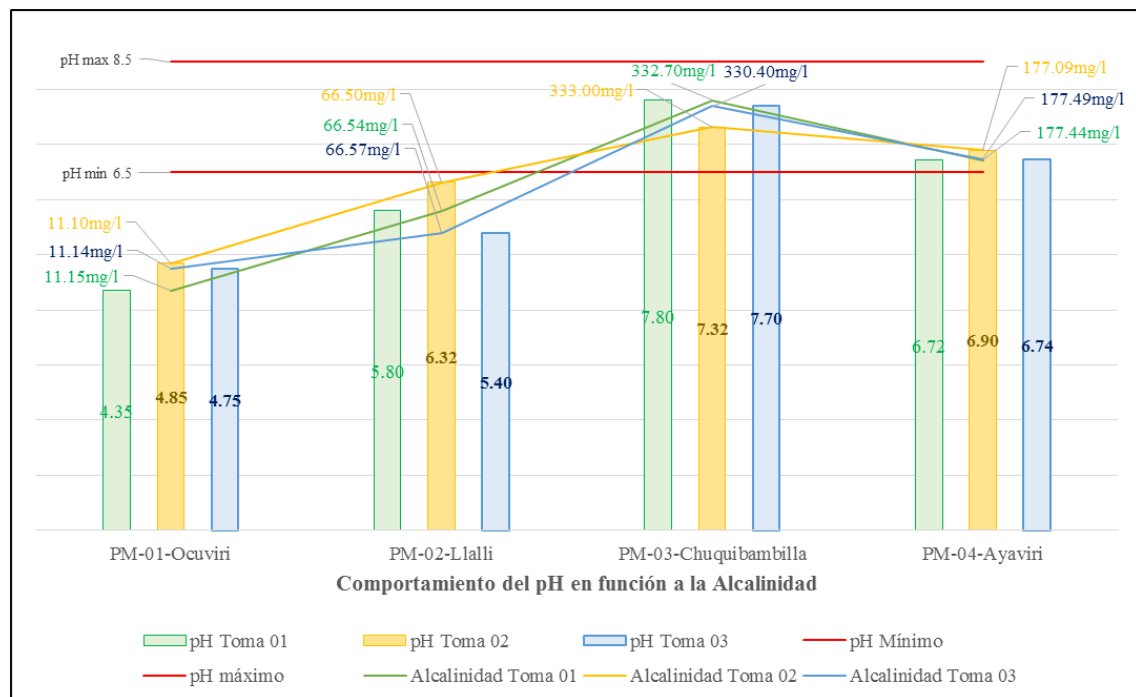
Puntos de Monitoreo en la Microcuenca Llallimayo	Alcalinidad (mg/l)			Promedio	DS 004-2017 MINAM	
	Monitoreo 01	Monitoreo 02	Monitoreo 03		Riego de Vegetales	Bebida de Animales
PM-01 - Ocuvi	11.15	11.10	11.14	11.13	**	**
PM-02 - Llalli	66.54	66.50	66.57	66.54	**	**
PM-03 - Chuquibambilla	332.70	333.00	330.40	332.03	**	**
PM-04 - Ayaviri	177.44	177.09	177.49	177.34	**	**
	146.95	146.92	146.40			

Nota: (**) No aplica.

En la tabla 10 y figura 17 muestran el comportamiento de la conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo de la microcuenca Llallimayo con un promedio mínimo en el PM 01 – Ocuvi con 11.13 mg/l en relación al PM- 03- Chuquibambilla con 332.03 mg/l. Asimismo, en relación a promedio por monitoreo se obtuvo 146.40 mg/l del tercer monitoreo que se realizó 20/03/2023 con promedio mínimo y 146.95 mg/l del primer monitoreo realizado 19/08/2022 con mayor promedio. Todos los datos obtenidos no aplican en los valores establecidos por el ECA, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Figura 17

Comportamiento de pH en función a la Alcalinidad en la microcuenca Llallimayo.



El parámetro de la alcalinidad no aplica para la categoría 3, sin embargo, confirma los valores de pH en las tres tomas de muestra en los 4 puntos de monitoreo. Se visualiza que, en las tres tomas de muestra, en el PM-01-Ocuviri se aprecia una alcalinidad de 11.15 mg/l, 11.10 mg/l y 11.14 mg/l, y en el PM-02-Llalli se aprecian una alcalinidad de 66.54 mg/l, 66.50 mg/l y 66.57 mg/l; en estos puntos también evidencia resultados de pH en PM-01-Ocuviri de 4.35; 4.85 y 4.75; y en el punto PM-02-Llalli un pH de 5.80; 6.32 y 5.40; indicando agua ácida. Mientras que en el punto PM-03-Chuquibambilla se aprecia una alcalinidad de 332.70 mg/l, 333.00 mg/l y 330.40 mg/l, y en el punto PM-04-Ayaviri se aprecia una alcalinidad de 177.44 mg/l, 177.09 mg/l y 177.49 mg/l; donde los resultados de pH en el PM-03-Chuquibambilla de 7.80; 7.32 y 7.70; y en el punto PM-04-Ayaviri se aprecia un pH de 6.72; 6.90 y 6.74; indicando que el agua posee un pH neutro aceptable.



A través de las tablas y figuras presentadas se logró determinar que la calidad físico-química del agua de la microcuenca Llallimayo es regular en cumplimiento del ECA para agua categoría 3, para uso en el riego de vegetales y bebida de animales, debido a que se obtuvieron resultados de pH ácido en los puntos 1 Ocuwiri y 2 Llalli, sin embargo, los parámetros alcalinidad total, conductividad eléctrica, sulfatos, cloruros y hierro si alcanzaron los valores establecidos. Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Barrios & Ortega (2023) quien logró determinar que la calidad de agua de un río de la zona puneña, río Torococha, es clasificado como "regular", lo que indica que a menudo no alcanza los niveles ideales. De igual manera, Manrique (2023) encontró que la calidad ambiental del agua del río Torococha se ve afectada por parámetros fisicoquímicos como los sólidos suspendidos totales, DQO, DBO₅ y aceites y grasas. Así mismo, Dalens (2018) al evaluar la calidad de agua de la cuenca Llallimayo según los parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos, encontró que los parámetros físicos OD y pH superan los ECA, los parámetros químicos Aluminio (Al), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn) exceden los ECA de la Categoría 3, por lo cual, se comprende que las aguas de la cuenca Llallimayo están siendo afectadas por contaminación, considerándose no aptas para su uso en la bebida de animales y riego de vegetales.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

Se muestran los resultados de la determinación de la percepción de la calidad de agua por los habitantes del área de influencia, para lo cual se obtuvo resultados de cinco grupos de preguntas específicas:

A continuación, se presentan los resultados de la percepción sobre la calidad de agua de la microcuenca del río Llallimayo.

Tabla 11

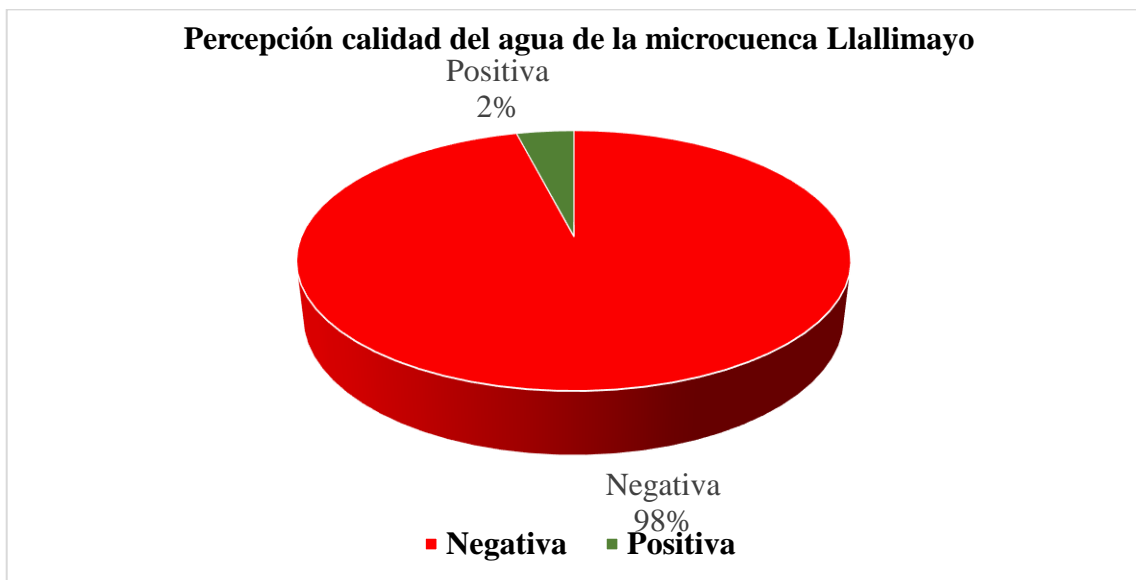
Percepción de la calidad del agua

ID	Pregunta	Respuesta (%)	
		Si	No
P.1	¿Considera que el agua del río Llallimayo está contaminada?	100	0
P.2	¿Percibe cambios Ud. en el agua del río Llallimayo?	100	0
P.3	Ud. ¿Percibe cambios en la transparencia del agua?	100	0
P.5	Ud. ¿Cree que los cambios en el color y olor en el agua afecta los animales y plantas?	100	0
P.6	¿En su estadía en este sector el río siempre ha estado contaminado?	0	100
P.9	Ud. ¿Tiene conocimiento de las alteraciones en la calidad del agua?	84	16
P.10	Ud. ¿Considera que la calidad del agua trae problemas en la ganadería y la agricultura?	100	0

En la Tabla 11 se muestra que las preguntas 1; 2; 3; 5; 6; 9 y 10 que están relacionadas a la calidad de agua según la percepción de cada habitante en relación a cambios de color, alteraciones, usos de estas aguas para diferentes actividades conforman el primer bloque de preguntas cerradas referentes a la calidad de agua del río Llallimayo.

Figura 18

Percepción calidad del agua de la microcuenca Llallimayo.



La percepción sobre la calidad de agua de la microcuenca Llallimayo es negativa con un 98 % y 2% positiva, puesto que en la pregunta 1 el 100 % de pobladores refieren que el agua está contaminada, en la pregunta 2 el 100 % de los pobladores indica que percibe cambios en el río Llallimayo, en la pregunta 3 el 100 % percibe cambios en la transparencia del agua, en la pregunta 5 el 100 % cree que el color y olor del agua afectan a los animales y plantas, en la pregunta 6 el 100 % manifiesta que durante su estadía el río no siempre ha estado contaminado, en la pregunta 9 el 84 % de los pobladores tiene conocimiento de las alteraciones en la calidad del agua, y en la pregunta 10 el 100 % respondió que consideran que la calidad de agua trae problemas en la ganadería y agricultura graficada en la figura 18.

Tabla 12

Percepción del origen de contaminación del agua

ID	Pregunta	Respuesta (%)	
		Minería	Otros
P.4	Para Ud. ¿qué origina la contaminación de las aguas del río?	100	0

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 12 muestra la pregunta 4 como pregunta abierta referente al origen de la contaminación de la microcuenca Llallimayo.

Figura 19

Percepción del origen de la contaminación del agua de la microcuenca Llallimayo.



En la Figura 19 se puede evidenciar que el 100 % de la población coinciden que la minería es la actividad que ha dado origen a la contaminación de las aguas de la microcuenca Llallimayo. Resaltando que las actividades mineras ocasionan alteraciones constantemente a las aguas provenientes de dicha microcuenca teniendo un rechazo total a esta actividad.

A continuación, se muestra la percepción sobre el nivel de gravedad de las consecuencias de la contaminación del agua de la microcuenca Llallimayo:

Tabla 13

Percepción del nivel de gravedad de las consecuencias de la contaminación del agua.

ID	Pregunta	Respuesta (%)		
		Baja	Media	Alta
P.7	Según Ud. ¿Qué tan graves son las consecuencias de la contaminación del agua?	1	6	93

La Tabla 13 muestra la pregunta 7 como pregunta cerrada referente a la gravedad de la contaminación de la microcuenca Llallimayo, de las cuales participaron 100 encuestados de las cuales 93 habitantes refieren una gravedad alta la contaminación, 6 habitantes refiere gravedad media y 1 habitante considera gravedad baja las consecuencias de la contaminación del agua proveniente de la microcuenca de Llallimayo.

Figura 20

Percepción del nivel de gravedad de las consecuencias de la contaminación de la microcuenca Llallimayo.



A través de la información presentada en la Tabla 13 y graficada en la Figura 20 se identifica que el 93 % de los pobladores considera que las consecuencias de la contaminación de la microcuenca Llallimayo es de mucha gravedad, el 6% de los



pobladores considera de manera regular y 1% considera poca la contaminación de las actividades mineras.

A continuación, se muestra la percepción sobre el nivel de calidad del agua de la microcuenca Llallimayo:

Tabla 14

Percepción del nivel calidad del agua para el consumo humano de la microcuenca Llallimayo

ID	Pregunta	Respuesta (%)		
		Mala	Regular	Buena
P.8	¿Cuál es su percepción con respecto a la calidad del agua para el consumo humano de la microcuenca Llallimayo?	100	0	0

La Tabla 14 muestra la pregunta 8 como pregunta cerrada referente a la percepción de la calidad de agua para el consumo humano de la microcuenca Llallimayo, de las cuales participaron 100 encuestados refiriendo una percepción mala la totalidad de los encuestados rechazando totalmente estas aguas para el consumo humano.

Figura 21

Percepción del nivel de calidad de agua para el consumo humano de la microcuenca

Llallimayo



A través de la información presentada en la Tabla 14 y graficada en la Figura 21, se visualiza que el 100 % de la población percibe que la calidad del agua para el consumo humano de la microcuenca Llallimayo es negativa.

A continuación, se presentan los resultados de la percepción de la población sobre el uso del agua de la microcuenca del río Llallimayo para actividades agrícolas y agropecuarias.

Tabla 15

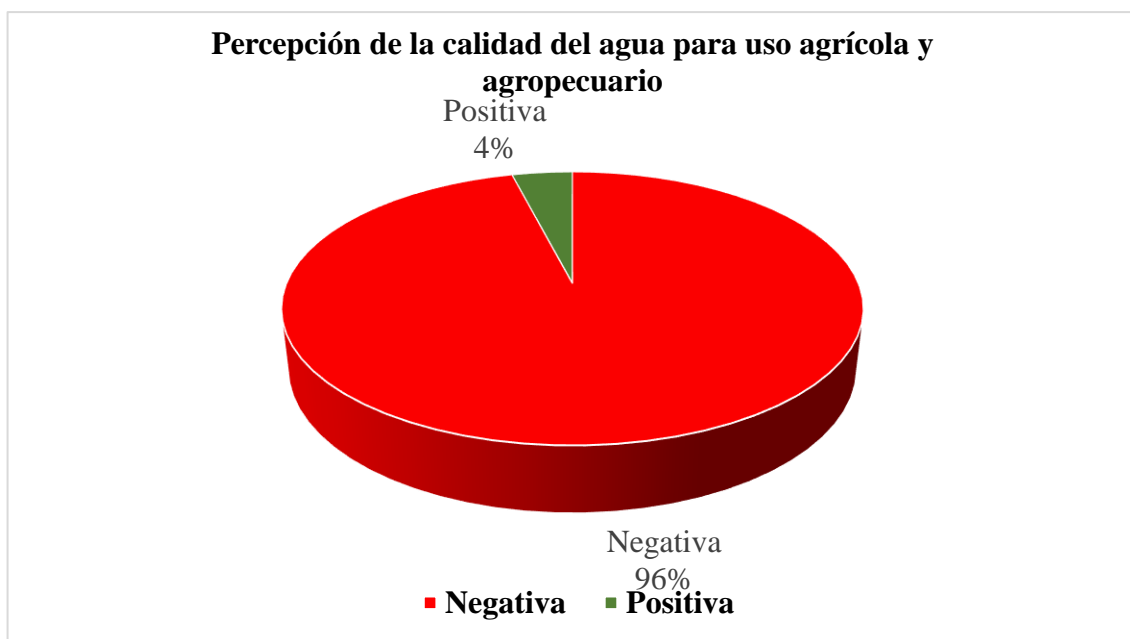
Percepción de la calidad del agua para uso agrícola y agropecuario

ID	Pregunta	Respuesta (%)	
		Si	No
P.11	Ud. ¿Piensa que el agua del río Llallimayo es consumida por los animales?	98	2
P.12	Ud. ¿Cree que está bien regar los cultivos con agua del río Llallimayo?	3	97
P.13	Ud. ¿Piensa que consumir el agua del río Llallimayo tiene efectos en la salud de la población?	99	1

En la Tabla 15 se muestra que las preguntas 11,12 y 13 que están relacionadas a la calidad de agua para la actividad agrícola y agropecuaria, según la percepción de cada habitante en relación diferentes actividades como: plantas queseras, crianza de ganado vacuno, crianza de animales menores y sembrío de piso forrajero conforman el bloque de preguntas cerradas referentes a la calidad de agua para uso agrícola y agropecuario del río Llallimayo.

Figura 22

Percepción de la calidad de agua de la microcuenca Llallimayo para uso agrícola y agropecuario.



A través de la información presentada en la Tabla 15 y graficada en la Figura 22, se visualiza que presenta una percepción negativa con 96% y 4% positiva, distribuidas en las siguientes interrogantes, el 98 % de los encuestados manifiesta que el agua de la microcuenca Llallimayo es consumida por animales; referente al riego de cultivos, un 97 % manifiesta que no es correcto regar los cultivos con esta agua y en cuanto a la salud, el 99 % refiere que el consumo del agua de la microcuenca Llallimayo puede ser perjudicial para la salud.



Mediante el análisis de la información recopilada y presentada en las tablas y gráficos expuestos, se determinó que, la percepción de la calidad del agua por los habitantes del área de influencia es negativa, tanto para la salud, así como para su uso en actividades agrícolas y agropecuarias, debido a que el 98 % de pobladores refieren que el agua está contaminada, y que percibe cambios en el río Llallimayo como en la transparencia del agua, y creen que el color y olor del agua afectan a los animales y plantas, manifestando que durante su estadía el río no siempre ha estado contaminado, el 93% considera de gravedad la contaminación por la actividad minera, y el 96 % considera que la calidad de agua trae problemas en la ganadería y agricultura, el 100 % atribuye a la minería como la actividad de origen, la cual que ha traído muchas consecuencias graves, por lo cual el 98 % de la población percibe que la calidad del agua de la microcuenca Llallimayo es mala, coincidiendo con el estudio realizado por Manrique (2023) quien evaluó la calidad del agua del río Torococha y la percepción de los pobladores sobre los efectos en la salud, y encontró que en cuanto a salud el 74 % de los encuestados declaró posibles enfermedades cutáneas, el 33 % posibles enfermedades transmitidas por mosquitos y el 43 % enfermedades gastrointestinales, atribuidas a la contaminación fluvial. De igual manera Meza et al. (2022) en su investigación de la influencia de la actividad minera en la calidad del agua encontró que los residentes poseen una percepción negativa de la calidad del agua, atribuyendo la prevalencia de enfermedades gastrointestinales al desarrollo de la minería.



V. CONCLUSIONES

- La evaluación de los parámetros físico – químicos indicaron un pH promedio de 4.65 en el PM-01-Ocuviri indicando aguas medianamente ácidas, y en el PM-02-Llalli se obtuvo un promedio de 5.84 indicando aguas ligeramente ácidas, mientras que aguas abajo, en el PM-3-Chuquibambilla y PM-4-Ayaviri los valores de pH fueron adquiriendo valores aceptables. En cuanto a los parámetros de Alcalinidad Total 146.73 mg/l, Conductividad Eléctrica 421.44 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Sulfatos 236 mg/l, Cloruros 165 mg/l y Hierro 0.01 mg/l presentaron concentraciones aceptables en cuanto a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 3.
- La percepción de la calidad de agua que tienen los habitantes del área de influencia es negativa en un 98 %, el 100 % atribuye estos cambios al desarrollo de la minería, el 93% considera de gravedad la contaminación por la actividad minera, el 100% de los habitantes encuestados percibe que el agua no es apta para el consumo humano y el 96 % percibe que el agua proveniente de la microcuenca de Llallimayo no es apta para la actividad agrícola y agropecuaria.



VI. RECOMENDACIONES

- Considerando que la población afirma que la contaminación de las aguas de la microcuenca Llallimayo es producto de la minería, se recomienda ampliar el estudio considerando una evaluación de impacto ambiental a través del monitoreo de calidad del agua en el efluente de las aguas de la industria minera en coordinación con las autoridades competentes locales: Municipalidad, Autoridad Local del Agua-ALA, a fin de que se tomen medidas en cuanto a fiscalización y procesos sancionadores.
- Se recomienda la gestión de alternativas de dotación de agua de calidad y confianza para los habitantes afectados por la contaminación de la microcuenca Llallimayo a fin de garantizar la disponibilidad de fuentes de agua para el uso en actividades agrícolas y agropecuarias.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales* (Ediciones ANA, Ed.).
<https://www.ana.gob.pe/publicaciones/clasificacion-de-los-cuerpos-de-agua-continentales-superficiales>
- Baeza, E. (2016). Calidad del agua . *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile*.
<https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>
- Barrios, L., & Ortega, E. (2023). *Evaluación de la calidad del río Torococha aplicando la metodología ICARHS en el distrito de Juliaca provincia de San Román y departamento de Puno - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui].
http://3.17.44.64/bitstream/handle/20.500.12819/2176/Leonel-Pedro_trab-inv_grad-acad_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bolaños, J. D., Cordero, G., & Segura, G. (2019). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología En Marcha*, 30(4), 15. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Caillagua, C., Tenelema, H., Toasa, D., & ennis Tovar. (2023). Analysis of potable water quality in the Belisario Quevedo sector, Cuatro Esquinas neighborhood, during the period of may to september 2023. *AG Multidisciplinar*, 1(21).
- Calderon, A., & Barcena, M. (2023). *Calidad de agua para el consumo humano y percepción local de la población de la microcuenca de Palccaro, distrito de Tambobamba, región Apurímac, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13856>
- Calizaya, W. (2021). *Calidad del agua de la cuenca del río zapatilla sector Simillaca comparado con los estándares calidad ambiental para bebida de animales*



- en la provincia de El Collao, región Puno – 2020* [Tesina, Universidad Privada San Carlos].
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./224>
- Centeno, R. (2020). *Características Físicos, Químicas y Biológicas en el Agua Potable que deben controlarse*. Laboratorios Eurofins y Tecnosoluciones Integrales. <https://tecnosolucionescr.net/blog/215-caracteristicas-fisicos-quimicas-y-biologicas-en-el-agua-potable-que-deben-controlarse>
- Chen, W. (2005). *Dureza de agua*.
- Dalens, J. (2018). *Evaluación de la calidad del agua de la cuenca Llallimayo de la provincia de Melgar, región de Puno* [Tesis de posgrado, Universidad José Carlos Mariátegui].
http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/640/Jesus_tesis_gradoacademico_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Eastern Municipal Water District. (2020). *Conociendo los impactos de la salinidad*.
https://www.emwd.org/sites/main/files/file-attachments/spa_understanding_salinity.pdf?1611953165
- Faviel, M., Infante, D., & Molina, D. O. (2019). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del Área Natural Protegida La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), 317–334. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.05>
- García, A., Reyes, M., Alvarado, A., González, L., Magdalena, D., Vázquez, E., Estaban, M., Quintos, M., & Herrera, A. (2019). Cloruros totales en el agua de abastecimiento. *Centro Interdisciplinario de Investigación Para El Desarrollo Integral Regional*.
https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8825/1/cloruro_snov12.pdf
- Granillo, I. J., López, E., & Martínez, E. (2023). Percepciones sociales sobre la calidad del agua en la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 39, 335–359. <https://doi.org/10.20937/RICA.54612>



- Guzmán, A. (2019). *Determinación de hierro en aguas del sector sur del lago Titicaca mediante la formación de complejo, utilizando la técnica espectrofotometría*. Universidad Mayor San Andres.
- HACH Company. (2019). *¿Qué es la conductividad?* https://latam.hach.com/cms-portals/hach_mx/cms/documents/Que-s-la-conductividad-Final.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.).
- Huaman, S., Lucen, M., Paredes, M., & Changanqui, D. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima – Perú). *South Sustainability*, e019. <https://doi.org/10.21142/SS-0102-2020-019>
- Huanca, J. W., Butrón, S. B., Supo, L. A., & Supo, F. (2020). Evaluación y monitoreo de la calidad ambiental del agua en el proyecto sistema de riego Canal N, provincia de Melgar – Puno, Perú. *Ciencia & Desarrollo*, 19(26), 88–96. <https://doi.org/10.33326/26176033.2020.26.936>
- Hughes, M. (2020). *Análisis de la relación entre el saneamiento ambiental y la calidad de agua en la microcuenca del río Aquiares, Turrialba, Costa Rica* [Tesis de pregrado, CATIE]. seeks a relationship between water quality and all possible sources of contamination in the micro-watershed using biomonitoring of benthic macroinvertebrates and applying the BMPW-CR index, physicochemical analysis and biological information associated with water quality conditions. Biological monitoring was conducted at 12 sampling points along the Aquiares River micro-watershed while physicochemical analysis was conducted at 9 of the 12 sampling points. Each sampling point was georeferenced and mapped using a geographic information system. A digital elevation model was employed to portray the differences in altitude, slope and life zones within the micro-watershed. Results obtained from the BMPW-CR biotic index show the existence of 1,551 individuals distributed in 13 orders and 33 families, where Libellulidae, Hydropsychidae, Baetidae, Simuliidae and Elmidae are the most prevalent families. The most prevalent orders are Odonata, Diptera,



Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, and Hemiptera. Overall, the BMPW-CR biotic index showed fair water quality with a high density of eutrophic material with moderate contamination at 8 of the 12 points sampled. Sampling points 1, 2 and 3 showed low BMPW-CR indices indicating polluted water, probably caused by contamination from people living in the settlements in the lower areas of the micro-watershed.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2022). *Dureza Total en Agua con EDTA por Volumetría*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia.

Instituto de la Calidad Ambiental. (2023). *¿Qué son los ECA?*
<https://institutoambiental.pe/que-son-los-eca/>

Manrique, H. (2023). *Evaluación de la calidad del agua del río Torococha y la percepción de los pobladores sobre los efectos en la salud en el distrito de Juliaca-2023* [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos].
http://34.127.45.135/bitstream/handle/UPSC/595/Hernando_Leonidas_MANRIQUE_ALATRISTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Menchaca, S., & Zapata, K. (2021). Percepción comunitaria sobre el agua en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz. *UVserva*, 11, 77–92.
<https://doi.org/10.25009/uvs.v0i11.2776>

Meza, R., Hermoza, M., Maldonado, I., & Salas, D. (2022). Percepción Social de la Calidad del Agua y la Expansión Territorial de la Minería en Ollachea, Puno, Perú. *Comuni@cción: Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*, 13(1), 16–28. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.13.1.580>

Ministerio del Ambiente. (2019). *Estándar de Calidad Ambiental* (Gobierno del Perú, Ed.). <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>

Palacios, R. F., & Velastegui, L. C. (2020). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la comunidad San Rafael, provincia de Pichincha* [Proyecto de titulación, Escuela Politécnica Nacional].
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21047/1/CD%2010562.pdf>



- Pérez, M. Á. (2023). *Modelo distribuido de simulación del ciclo hidrológico y calidad del agua, integrado en sistemas de información geográfica para grandes cuencas. Aportación al análisis de presiones e impactos de la directiva marco del agua* [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/191462>
- Perez, M. M. (2021). *Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vítor, Arequipa durante los meses de agosto - octubre del 2019* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Ponce, G., & Casazola, J. (2023). Fundamentos filosóficos de los derechos de la naturaleza: filosofía andina y filosofía de la liberación. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 14(2). <https://www.raco.cat/index.php/rcda/article/view/424898>
- Pooja, A. (2017). *Physical, Chemical and Biological Characteristics of Water. Water Resources and Management*. <https://ebooks.inflibnet.ac.in/esp05/chapter/physical-chemical-and-biological-characteristics-of-water/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023). *La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*.
- Soloisolo, D. (2022). *Niveles de plomo y mercurio en agua de la cuenca Llallimayo durante el proceso de cierre de la mina Arasi S.A.C. - Región Puno* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Altiplano.
- Valencia, C. E. (2019). *Química del hierro y manganeso en el agua, métodos de remoción*. Universidad de Cuenca.
- Vasquez, C. (2021). Percepción de la problemática de la cuenca del río Jequetepeque. *Xilema*, 31(1), 57–74. <https://doi.org/10.21704/x.v31i1.1778>
- Velarde, J. A. (2021). *Determinación de metales pesados en leche de vaca, pasto y agua de la microcuenca del río Llallimayo, Melgar - Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/14789/Velarde_Soncco_Jhon_Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 1. Resultados del análisis de calidad físico-química del agua de la microcuenca Llallimayo



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS QUÍMICO DE AGUA DE RIO MICROCUENCA

PROCEDENCIA : DISTRITO DE LLALLI PROVINCIA MELGAR - PUNO
INTERESADO : CHRISTIAN EDDY LIMA CAJAVILCA
MOTIVO : ANALISIS FISICO-QUIMICO
PROYECTO DE TESIS : DETERMINACION DE CALIDAD DE AGUA PROVENIENTE DE LA
MICROCUENCA DE LLALLIMAYO Y LA PERCEPCION DE LOS HABITANTES
DEL AREA INFLUENCIA.
FECHA DE MUESTREO : 20/04/2023
FECHA DE ANALISIS : 20/04/2023

MUESTRA 12:

CARACTERISTICAS QUIMICAS:

	P1+1 OCUVIRI	P1+2 OCUVIRI	P1+3 OCUVIRI	P2+1 LLALLI	P2+2 LLALLI	P2+3 LLALLI	P3+1 CHUQUI- BAMBILLA	P3+2 CHUQUI- BAMBILLA
Alcalinidad (como CaCO_3) mg/l	11.15	11.10	11.14	66.54	66.50	66.57	332.70	333.00
Cloruros (como Cl^-) mg/l	107.80	107.75	107.77	51.06	51.01	51.04	371.62	370.80
Sulfatos (como SO_4^{2-}) mg/l	318.00	280.00	290.00	118.00	160.00	148.00	310.00	309.00
Hierro (como Fe) mg/l	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005	0.004	0.008	0.009

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

pH	4.35	4.85	4.75	5.80	6.32	5.40	7.80	7.32
C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	290.20	282.80	287.40	307.20	310.50	309.40	684.20	708.10

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
PUNO - PERU



D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS QUÍMICO DE AGUA DE RIO MICROCUENCA

PROCEDENCIA : DISTRITO DE LLALLI PROVINCIA MELGAR - PUNO
 INTERESADO : CHRISTIAN EDDY LIMA CAJAVILCA
 MOTIVO : ANALISIS FISICO-QUIMICO
 PROYECTODE TESIS : DETERMINACION DE CALIDAD DE AGUA PROVENIENTE DE LA MICROCUENCA DE LLALLIMAYO Y LA PERCEPCION DE LOS HABITANTES DEL AREA INFLUENCIA.
 FECHA DE MUESTREO : 20/04/2023
 FECHA DE ANALISIS : 20/04/2023

MUESTRA 12:

CARACTERISTICAS QUIMICAS:

	P3+3	P4+1	P4+2	P4+3
	CHUQUI-	AYAVIRI	AYAVIRI	AYAVIRI
	BAMBILLA			
Alcalinidad (como CaCO ₃) mg/l	330.40	177.44	177.09	177.49
Cloruros (como Cl ⁻) mg/l	370.60	130.49	130.40	130.47
Sulfatos (como SO ₄ ⁻²) mg/l	307.00	224.00	180.00	190.00
Hierro (como Fe) mg/l	0.008	0.003	0.003	0.003
CARACTERÍSTICAS FÍSICOS				
pH	7.70	6.72	6.90	6.74
C.E. (μS/cm)	694.20	432.10	420.30	420.90

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



Evaristo Mamani Mamani
D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANEXO 2. Cuestionario de percepción de calidad de agua de la microcuenca Llallimayo

PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POR LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Encuesta N°:

Fecha:

Objetivo de la entrevista:

Determinar las percepciones de la calidad de agua por los habitantes del área de influencia

DATOS GENERALES

- Apellidos y nombres:
- Edad:
- Género:
- Nivel de Instrucción:
- Ocupación:
- Tiempo de residencia en el lugar:

I. Percepción sobre la calidad de agua de la microcuenca Llallimayo

- ¿Considera que el agua del río Llallimayo está contaminada?
Si () No () Mencione:.....
- ¿Percibe cambios Ud. en el agua del río Llallimayo?
Si () No () Mencione:.....
- ¿Ud. Percibe cambios en la transparencia del agua?
Si () No () Mencione:.....
- Para Ud. ¿que origina la contaminación de las aguas del río?
Mencione:.....
- ¿Ud. cree que los cambios en el color y olor en el agua afecta los animales y plantas?
Si () No () Mencione:.....
- ¿En su estadía en este sector el río siempre ha estado contaminado?
Si () No () Mencione:.....
- Según Ud. ¿Qué tan graves son las consecuencias de la contaminación del agua?
Poco () Regular () Mucho ()



- ¿Cuál es su percepción con respecto a la calidad del agua para el consumo humano de la microcuenca Llallimayo?
Mala () Regular () Buena ()
- Ud. ¿tiene conocimiento de las alteraciones en la calidad del agua?
Si () No () Mencione:.....
- Ud. considera que la calidad del agua trae problemas en la ganadería y la agricultura
Si () No () Mencione:.....

II. Percepción de la población sobre el uso del agua para agrícola y agropecuaria

- ¿Ud. piensa que el agua del río Llallimayo es consumida por los animales?
Si () No () Mencione:.....
- ¿Ud. cree que está bien regar los cultivos con agua del río Llallimayo?
Si () No () Mencione:.....
- ¿Ud. piensa que consumir el agua del río Llallimayo tiene efectos en la salud de la población?
Si () No () Mencione:.....

ANEXO 3. Base de datos de la aplicación del cuestionario de percepción

Resumen de las Encuestas Realizadas														
N°	Percepciones sobre la calidad de agua de la microcuenca Llallimayo											Percepciones de la población sobre el uso del agua para agrícola y agropecuario		
	¿Considera que el agua del río Llallimayo está contaminada?	¿Percebe cambios Ud. en el agua del río Llallimayo?	¿Ud. Percibe cambios en la transparencia del agua?	Para Ud. ¿que origina la contaminación de las aguas del río?	Ud. cree que los cambios en el color y olor en el agua afecta los animales y plantas?	¿En su estadía en este sector el río siempre ha estado contaminado?	Según Ud. ¿cuáles que tan graves son las consecuencias de la contaminación del agua?	¿Cuál es su percepción con respecto a la calidad del agua de la microcuenca Llallimayo?	Ud. ¿tiene conocimiento de las alteraciones en la calidad del agua?	Ud. considera que la calidad del agua trae problemas en la ganadería y la agricultura	¿Ud. piensa que el agua del río Llallimayo es consumida por los animales?	¿Ud. cree que está bien regar los cultivos con agua del río Llallimayo?	¿Ud. piensa que consumir el agua del río Llallimayo tiene efectos en la salud de la población?	
1	si	si	si	mineria	si	no	regular	mala	si	si	si	no	si	
2	si	si	si	mineria	si	no	regular	mala	si	si	si	no	si	
3	si	si	si	mineria	si	no	regular	mala	si	si	si	no	si	
4	si	si	si	mineria	si	no	regular	mala	si	si	si	no	si	
5	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
6	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
7	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
8	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
9	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
10	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
11	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
12	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
13	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
14	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
15	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
16	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
17	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
18	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
19	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
20	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
21	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
22	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
23	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
24	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
25	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
26	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
27	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
28	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
29	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
30	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
31	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
32	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
33	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
34	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
35	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
36	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
37	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
38	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
39	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
40	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
41	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
42	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
43	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
44	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
45	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
46	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
47	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
48	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
49	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	
50	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si	

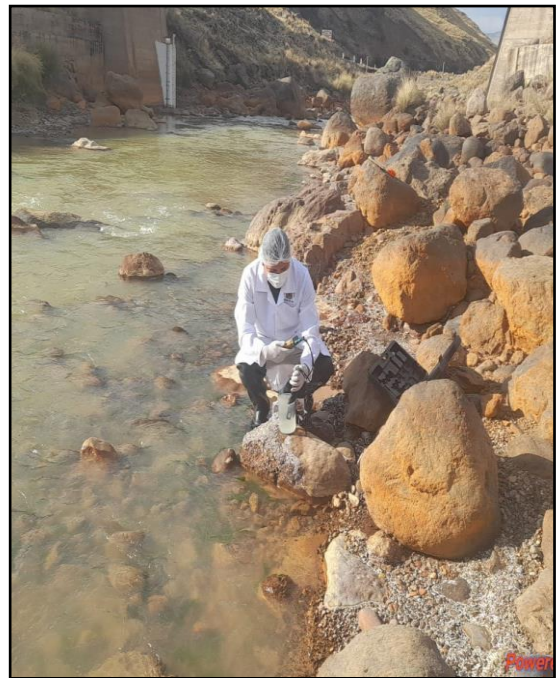


51	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
52	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
53	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
54	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
55	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
56	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
57	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
58	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
59	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
60	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
61	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
62	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
63	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
64	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
65	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
66	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
67	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
68	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
69	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
70	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
71	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
72	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
73	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
74	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
75	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
76	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
77	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
78	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
79	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
80	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
81	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	no	si	si	no	si
82	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
83	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
84	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
85	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
86	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
87	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
88	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
89	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
90	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
91	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
92	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
93	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
94	si	si	si	mineria	si	no	mucho	mala	si	si	si	no	si
95	si	si	si	mineria	si	no	mucho	regular	si	si	si	no	si
96	si	si	si	mineria	si	no	mucho	regular	si	si	si	no	si
97	si	si	si	mineria	si	no	mucho	regular	si	si	si	no	si
98	si	si	si	mineria	si	no	mucho	regular	si	si	si	no	si
99	si	si	si	mineria	si	no	regular	regular	si	si	si	no	si
100	si	si	si	mineria	si	no	regular	regular	si	si	si	no	si

ANEXO 4. Panel fotográfico



Fotografía N° 01. Monitoreo de calidad de agua en el punto PM-01



Fotografía N° 02. Monitoreo de calidad de agua en el punto PM-02



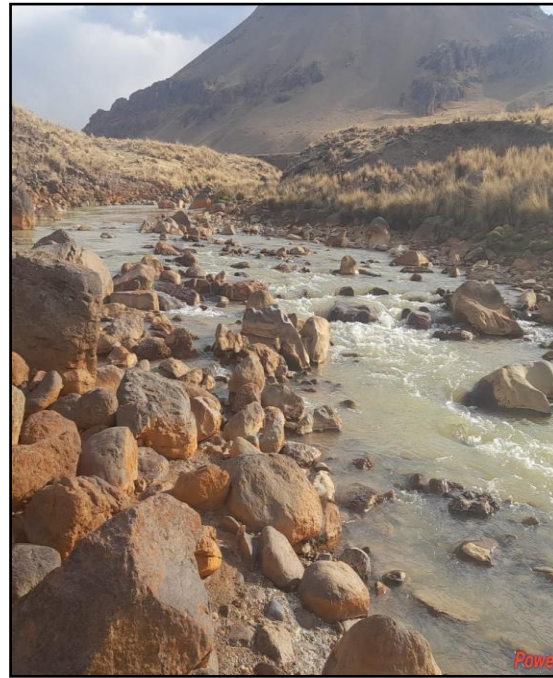
Fotografía N° 03. Monitoreo de calidad de agua con multiparámetro



Fotografía N° 04. Medición de parámetros de campo



Fotografía N° 05. Monitoreo de calidad de agua



Fotografía N° 06. Visualización de color del agua proveniente de la microcuenca Llallimayo



Fotografía N° 07. Monitoreo de calidad de agua en el distrito de Llalli



Fotografía N° 08. Monitoreo de calidad de agua en el distrito de Umachiri "Chuquibambilla"



Fotografía N° 09. Monitoreo de calidad de agua en el distrito de Ocuvi



Fotografía N° 10. Monitoreo de calidad de agua en el distrito de Ayaviri




Fotografía N° 11. Aplicación de encuesta escrita a la población de estudio



Fotografía N° 12. Aplicación de entrevista a la población de estudio



ANEXO 5. Resolución de Alcaldía emitiendo autorización para realizar la presente investigación en el distrito de Llalli.


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LLALLI
"Llalli Tierra Vencedora"

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N 19-2024MDLL/A.

Llalli, 23 de enero del 2024

VISTO:

La solicitud del Bach. Christian Eddy Lima Cajavilca sobre la autorización para realizar un trabajo de investigación "tesis";

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con los 6 y 20 de los inicios 6 de la ley n 27972, las funciones ejecutivas del gobierno municipal corresponden al Alcalde, a quien compete dictar resoluciones;

Que el Bach. Christian Eddy Lima Cajavilca, egresado de la Universidad Nacional del Altiplano de la escuela profesional de Biología – Ecología, teniendo aprobado su proyecto de investigación DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE LA MICROCUENCA DE LLALLIMAYO Y LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA, solicita autorización para la ejecución del trabajo de investigación para lograr su grado académico BIÓLOGO; para lo cual consiste realizar analizar el agua del río llallimayo, entrevistas y encuestas a los habitantes del distrito de Llalli.

Que, efecto de atender la solicitud de visto, es pertinente emitir acto resolutivo, autorizando la ejecución del trabajo de investigación solicitado;

En ejercicio de sus atribuciones de ley.


RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - AUTORIZAR al Bach. Christian Eddy Lima Cajavilca; egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, con el proyecto de investigación DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE LA MICROCUENCA DE LLALLIMAYO Y LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

ARTÍCULO SEGUNDO. - Disponer para la ejecución del proyecto de investigación emitir su plan de trabajo y cronograma de actividades para el aporte de la entidad.

ARTÍCULO TERCERO. - hacer conocimiento la presente resolución para los fines convenientes

Por tanto: regístrese, comuníquese, archívese.


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LLALLI
- MSLGAR - PUNO
Edwin G. Plas Coirimanya
DNI 43842225
ALCALDE

RUC: 20224101644
PLAZA INCA GARCILASO DE LA VEGA N° 205

958281059
Munillalli30@gmail.com
Municipalidad Distrital de Llalli 2023 - 2026



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Christian Eddy Lima Cojavilca
identificado con DNI 70182442 en mi condición de egresado de:

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

De Biología
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Determinación de calidad de aguas provenientes de la
microcuenca de Llallimayo y la percepción de habitantes
del área de influencia ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 02 de Octubre del 2029


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Christian Eddy Lima Cajavilca
identificado con DNI 70182472 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
De Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Determinación de calidad de aguas provenientes de la
microcuenca de Challimayo y la percepción de los habitantes
del área de influencia. "

Es un tema original.

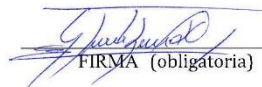
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales,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

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

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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 02 de Octubre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella