

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD DEL AGUA SEGÚN PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y
BACTERIOLÓGICOS DEL MANANTIAL EN EL BARRIO ORKAPATA DE LA
CIUDAD DE PUNO - 2024**

PRESENTADA POR:

CARLOS ALBERTO QUISPE FLORES

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

PUNO – PERÚ

2025



Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



8.17%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 10 APR 2025, 1:53 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
1.34%

● CHANGED TEXT
6.82%

Report #25739371

CARLOS ALBERTO QUISPE FLORES // CALIDAD DEL AGUA SEGÚN PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL MANANTIAL EN EL BARRIO ORKAPATA DE LA CIUDAD DE PUNO - 2024 RESUMEN El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024, como parte de la metodología se desarrolló un estudio de tipo descriptivo y se tomó una muestra de tipo puntual la cual ha sido analizada en laboratorio siendo los resultados siguientes: La concentración de los parámetros fisicoquímicos, alcanzan los valores: pH 7.46, conductividad eléctrica 0.91 [$\mu\text{mho}/\text{cm}$], temperatura 14.65 °C, sólidos totales disueltos 0.00045 [mg/L], dureza total 463.6 [mg CaCO₃/L], alcalinidad 310.52 [mg CaCO₃/L], cloruros 70.92 [mg Cl⁻/L], sulfatos 153 [mg SO₄⁼/L], nitratos 0.8 [mg NO₃/L], calcio 124.64 [mg Ca⁺⁺/L] y magnesio 36.68 [mg Mg⁺⁺/L] valores que conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA) cumplen con el reglamento; respecto a la concentración de los parámetros microbiológicos para coliformes totales 30 [NMP/100 ml] y coliformes termotolerantes igual a 7 [NMP/100 ml] valores que no cumplen con los LMP de la normatividad vigente. Concluyendo que la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la ciudad de Puno en el año 2024, no cumple con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
CALIDAD DEL AGUA SEGÚN PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y
BACTERIOLÓGICOS DEL MANANTIAL EN EL BARRIO ORKAPATA DE LA
CIUDAD DE PUNO - 2024
PRESENTADA POR:
CARLOS ALBERTO QUISPE FLORES
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

PRIMER MIEMBRO

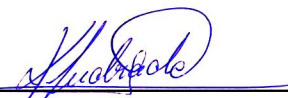
:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería y Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 14 de abril del 2025.

DEDICATORIA

A Dios, por ser la luz que guía mi camino y darme la fortaleza para superar cada desafío.

A mis padres, cuyo amor, esfuerzo y sacrificio han sido el pilar fundamental en mi formación. Su apoyo incondicional y sus valores han sido mi mayor inspiración.

A mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento y motivarme a ir más allá de los límites del aprendizaje.

A mis amigos y compañeros de estudio, por cada momento de apoyo, cada conversación enriquecedora y cada desafío compartido en este camino.

A la naturaleza, fuente inagotable de vida y sabiduría, cuya protección y conservación nos recuerda la responsabilidad que tenemos como ingenieros ambientales.

A todos los que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este trabajo, les expreso mi más sincero agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos por haberme brindado una formación profesional de calidad, permitiéndome adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para contribuir al desarrollo de mi región. Su compromiso con la educación y la excelencia académica ha sido fundamental en mi crecimiento personal y profesional.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por proporcionarme un espacio de aprendizaje, investigación y desarrollo, así como por fomentar en sus estudiantes el compromiso con el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad.

A los distinguidos miembros del jurado calificador, por haber dedicado su tiempo y esfuerzo en la evaluación de esta investigación:

- Presidente Mg. Elvira Anani Durand Goyzueta,
- Primer miembro: Dr. Esteban Isidro León Apaza,
- Segundo miembro Mag. Katia Elizabeth Andrade Linarez,

Su valiosa retroalimentación y observaciones han sido esenciales para el perfeccionamiento de este trabajo.

A mi asesor: Fredy Aparicio Castillo Suaquita, cuyo apoyo incondicional, guía experta y paciencia han sido pilares fundamentales para la culminación de esta investigación. Sus consejos y orientación me han permitido afrontar los desafíos con mayor claridad y confianza.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este proyecto, mi más sincero reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	16
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	17
1.2.3. A NIVEL LOCAL	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. LOS MANANTIALES	21
2.1.2. LA CALIDAD DEL AGUA	21
2.1.3. AGUA PARA CONSUMO HUMANO	22
2.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	22
2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL AGUA	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	26
2.3. MARCO NORMATIVO	27
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	28
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	28

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	29
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	30
3.2.1. POBLACIÓN	30
3.2.2. MUESTRA	30
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	31
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	34
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	35

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO PRIMERO.	36
4.1.1. ANÁLISIS POR PARÁMETRO.	37

4.2. RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO SEGUNDO.	45
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	47
4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	49
4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.	49
4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.	49
4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Límites Máximos Permisibles(LMP).	26
Tabla 02: Descripción del punto donde se tomará la muestra.	30
Tabla 03: Operacionalización de variables.	34
Tabla 04: Resultados de la concentración de los parámetros fisicoquímicos.	37
Tabla 05: Resultados de la concentración de los parámetros microbiológicos.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación geográfica del distrito de Puno.	29
Figura 02: Ubicación del punto de muestreo.	31
Figura 03: Gráficos de Control.	35
Figura 04: Evaluación del valor de la concentración de pH.	38
Figura 05: Evaluación del valor de la conductividad eléctrica.	39
Figura 06: Evaluación del valor de la concentración de los sólidos disueltos totales.	40
Figura 07: Evaluación del valor de la dureza total del agua.	41
Figura 08: Evaluación de la concentración de cloruros.	42
Figura 09: Evaluación de la concentración de sulfatos.	43
Figura 10: Evaluación de la concentración de nitratos.	44
Figura 11: Evaluación de la concentración de coliformes totales.	45
Figura 12: Evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de Consistencia.	57
Anexo 02: Límites Máximos Permisibles para el agua de consumo humano.	58
Anexo 03: Resultados del análisis de laboratorio “MQA LABS”.	60
Anexo 04: Galería fotográfica.	61

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024, como parte de la metodología se desarrolló un estudio de tipo descriptivo y se tomó una muestra de tipo puntual la cual ha sido analizada en laboratorio siendo los resultados siguientes: La concentración de los parámetros fisicoquímicos, alcanzan los valores: pH 7.46, conductividad eléctrica 0.91 [$\mu\text{mho/cm}$], temperatura 14.65 °C, sólidos totales disueltos 0.00045 [mg/L], dureza total 463.6 [mg CaCO_3 /L], alcalinidad 310.52 [mg CaCO_3 /L], cloruros 70.92 [mg Cl-/L], sulfatos 153 [mg SO_4^- /L], nitratos 0.8 [mg NO_3 /L], calcio 124.64 [mg Ca^{++} /L] y magnesio 36.68 [mg Mg^{++} /L] valores que conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA) cumplen con el reglamento; respecto a la concentración de los parámetros microbiológicos para coliformes totales 30 [NMP/100 ml] y coliformes termotolerantes igual a 7 [NMP/100 ml] valores que no cumplen con los LMP de la normatividad vigente. Concluyendo que la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la ciudad de Puno en el año 2024, no cumple con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA para el consumo humano. Aunque los análisis indican que los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los rangos establecidos, los parámetros microbiológicos no cumplen con los estándares de calidad exigidos, lo que representa un riesgo potencial para la salud pública.

Palabras clave: Calidad de agua, Fisicoquímicos, LMP, Microbiológicos, Parámetros.

ABSTRACT

The objective of this research has been to evaluate the water quality of the spring of the Orkapata neighborhood of the City of Puno - 2024, this work is descriptive, and as part of the methodology a point sample has been taken which has been analyzed in the laboratory being the following results: The concentration of the physicochemical parameters reach the following values: pH 7.46, electrical conductivity 0.91 [$\mu\text{mho} / \text{cm}$], temperature 14.65 ° C, total dissolved solids 0.00045 [mg / L], total hardness 463.6 [mg CaCO₃ / L], alkalinity 310.52 [mg CaCO₃ / L], chlorides 70.92 [mg Cl⁻ / L], sulfates 153 [mg SO₄ = / L], nitrates 0.8 [mg NO₃ / L], Calcium 124.64 [mg Ca ++ / L] and Magnesium 36.68 [mg Mg++ /L] values that according to the maximum permissible limits of the water quality regulations (D.S. No. 031-2010-SA) comply with the regulations, and the concentration of the microbiological parameters for Total Coliforms 30 [NMP / 100 ml] and thermotolerant coliforms equal to 7 [NMP / 100 ml] values that do not comply with the LMP of the current regulations. Concluding that the water quality of the spring in the Orkapata neighborhood of the city of Puno in 2024 does not comply with the Maximum Permissible Limits (LMP) established in D.S. No. 031-2010-SA for human consumption. Although the analyses indicate that the physical-chemical parameters are within the established ranges, the microbiological parameters do not meet the required quality standards, which represents a potential risk to public health.

Keywords: Water quality, Physicochemical, LMP, Microbiological, Parameters.

INTRODUCCIÓN

El agua potable es un recurso vital para la salud humana. Este término se refiere al agua que ha sido tratada de manera que cumpla con los estándares de calidad establecidos, garantizando así su seguridad para el consumo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) desempeña un papel crucial en la promoción del acceso a agua potable segura en todo el mundo. Como máxima autoridad sanitaria internacional, la OMS establece directrices y estándares de calidad del agua para prevenir enfermedades relacionadas con el agua contaminada. A través de sus programas y colaboraciones con gobiernos y organizaciones locales, la OMS impulsa la implementación de políticas públicas efectivas, la mejora de los sistemas de abastecimiento de agua y la promoción de prácticas higiénicas en las comunidades (OMS, 2021).

Los habitantes de la urbanización Orkapata dependen en gran medida de una fuente de agua no tratada: los manantiales del Cerro Pirhua Pirhuani, captados de manera rudimentaria en una caja y pileta. Esta situación genera una profunda incertidumbre sobre la calidad del agua para consumo humano, exponiendo a la población a potenciales riesgos para la salud. Por ello, esta investigación sobre la calidad del agua de estos manantiales se vuelve imperativa para garantizar el bienestar de la comunidad. A través de la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se podrá evaluar la presencia de contaminantes y determinar si el agua cumple con los estándares de potabilidad establecidos.

El presente documento se estructura en los siguientes capítulos:

- **Capítulo I:** Se plantea el problema de investigación, proporcionando información relevante sobre la calidad del agua en la urbanización Orkapata. Además, se presentan antecedentes a nivel internacional, nacional y local que sustentan la importancia del estudio. Finalmente, se establecen los objetivos que guían la investigación.

- **Capítulo II:** Se desarrolla el marco teórico y conceptual que sustenta el estudio, incluyendo los principales términos y fundamentos científicos relacionados con la calidad del agua. Asimismo, se expone la normatividad nacional vigente en materia de potabilidad y calidad del agua. Al finalizar, se presentan las hipótesis del estudio.
- **Capítulo III:** Se describe la metodología empleada en la investigación, detallando el diseño del estudio, la zona de análisis, la población y la muestra seleccionada, así como los procedimientos estadísticos utilizados para el tratamiento de los datos.
- **Capítulo IV:** Se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua de los manantiales del Cerro Pirhua Pirhuani. Posteriormente, se realiza la interpretación y discusión de los hallazgos, contrastándolos con la normativa vigente y estudios previos.

Finalmente, el documento concluye con una síntesis de las principales apreciaciones derivadas del estudio en la sección de **Conclusiones**. A partir de los resultados obtenidos, se formulan **Recomendaciones** orientadas a mejorar la calidad del agua en la urbanización Orkapata y mitigar los riesgos asociados a su consumo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cooperación internacional se erige como un pilar fundamental para enfrentar la creciente crisis del agua a nivel mundial. Este informe pone de manifiesto la imperiosa necesidad de fortalecer las alianzas estratégicas entre naciones, organizaciones y comunidades. Al compartir conocimientos, tecnologías y recursos financieros, podemos abordar de manera más efectiva los desafíos comunes, como la escasez hídrica, la contaminación y la degradación de los ecosistemas acuáticos. La gestión conjunta de cuencas y acuíferos transfronterizos se presenta como una prioridad urgente, ya que estos recursos compartidos son cada vez más vulnerables a los impactos del cambio climático y las actividades humanas. En el marco del Día Mundial del Agua, se reitera la importancia de una gobernanza del agua más inclusiva y participativa, que involucre a todos los actores relevantes, desde los gobiernos y las empresas hasta las comunidades locales y los pueblos indígenas (UNESCO, 2023).

La crisis hídrica en Latinoamérica es una realidad alarmante, con 1.7 millones de personas perdiendo la vida cada año debido a enfermedades diarreicas relacionadas con la falta de acceso a agua potable. Esta situación se agrava por el crecimiento demográfico y el cambio climático, que intensifican la escasez hídrica. Para 2025, se proyecta que la mitad de la población mundial vivirá en zonas con estrés hídrico, y para

2030, uno de cada cinco países enfrentará esta problemática. La agricultura, sector que consume el 70% del agua dulce a nivel mundial, se ve particularmente afectada por sistemas de riego ineficientes y prácticas agrícolas insostenibles (Nieto, 2021).

La situación del acceso al agua potable y saneamiento en nuestro país presenta profundas desigualdades. Si bien el 91% de la población cuenta con suministro público de agua, la cobertura de alcantarillado es significativamente menor, con 8.2 millones de personas sin este servicio. Las disparidades son aún más evidentes en las zonas rurales, donde solo el 17% de la población tiene acceso a alcantarillado, en comparación con el 89% de las áreas urbanas. Estas brechas acentúan las desigualdades sociales y exponen a millones de peruanos a enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento. A pesar de los esfuerzos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), que ha invertido significativamente en proyectos de agua y saneamiento desde julio de 2019, aún queda un largo camino por recorrer para garantizar el acceso universal a estos servicios básicos (OECD, 2021).

Un reciente estudio del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), a través de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), revela un panorama preocupante sobre la calidad del agua superficial en 91 localidades de la región Puno. Los datos recopilados entre 2011 y 2020, basados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y el Protocolo Nacional de Monitoreo, evidencian una degradación progresiva de los cuerpos de agua en la cuenca del Titicaca. Los resultados de este estudio ponen de manifiesto la urgente necesidad de implementar medidas de protección y restauración de los recursos hídricos de Puno (ANA, 2020).

Ante el reciente afloramiento de agua turbia en el distrito de Paratía, provincia de Puno, el Ministerio de Salud implementó un monitoreo de la calidad del agua en la zona. Los análisis realizados permitieron determinar que el sistema de abastecimiento de agua potable no se vio comprometido por este evento. No obstante, se tomaron muestras

representativas para una evaluación exhaustiva del agua, a fin de garantizar que cumplan con los estándares nacionales de potabilidad (MINSA, 2023).

La novena cuadra de la calle llave, en la urbanización Orkapata, presenta una situación crítica en cuanto al acceso al agua potable. Los habitantes de esta zona, ubicados a los pies del cerro "Pirhua Pirhuani", depende de una pileta que capta agua de un manantial, esta infraestructura se encuentra en un estado de abandono total, sin ningún tipo de mantenimiento ni control sanitario. La falta de monitoreo constante pone en riesgo la salud de los pobladores, quienes consumen agua de dudosa calidad.

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental. La situación en la zona de Orkapata evidencia la necesidad urgente de tomar medidas para garantizar que todos los habitantes tengan acceso a agua segura y en cantidad suficiente. La determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos es el primer paso para garantizar este derecho y promover el bienestar de la comunidad.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Qué parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno exceden los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA)?
- ¿Qué parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno exceden los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA)?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

El análisis de Calente (2021) reveló una situación crítica en cuanto a la calidad del agua. Los resultados mostraron una amplia variabilidad en los parámetros evaluados, con valores de pH que oscilaban entre 3,11 y 8,24, turbidez entre 0,02 y 3,01 unidades de turbidez nefelométricas (NTU), y presencia de coliformes totales y termotolerantes. Estos hallazgos indican una contaminación bacteriológica significativa y una falta de desinfección adecuada. Únicamente los niveles de cloro residual cumplieron con los requisitos establecidos en la Ordenanza MS N° 5/2017. Dada la magnitud de las desviaciones respecto a los estándares de calidad, se concluye que el agua analizada no es segura para el consumo humano y se recomienda la implementación inmediata de un plan de mejora.

Huallpara et al. (2021) en su trabajo evaluaron la calidad fisicoquímica del agua subterránea destinada al consumo humano en 16 comunidades rurales localizadas en el municipio de San Pedro. La investigación se centró en el análisis de diversos parámetros hidroquímicos para determinar si el agua cumple con los estándares internacionales de potabilidad, establecidos por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS). Obteniendo como resultados para los parámetros: pH valores entre 7.8 y 8.6, conductividad eléctrica con valores de 313,3 a 1189 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estas aguas se caracterizan por ser de tipo Na-HCO₃ y con parámetros como el fluoruro (F⁻) que varían de 2,1 a 6,4 mg/L, todos los valores exceden el valor máximo establecido por la Organización Mundial para la Salud (OMS). En conclusión, el estudio pone de manifiesto la necesidad de implementar medidas de monitoreo y tratamiento del agua en estas comunidades, con el fin de reducir los riesgos sanitarios asociados al consumo de agua con alto contenido de fluoruro.

Tchoumou (2023), realizó un estudio sobre la calidad del agua de manantial consumida en los barrios de Madibou, Brazzaville. El objetivo principal era evaluar su aptitud para el consumo humano. Los resultados obtenidos revelaron una serie de parámetros que superan los límites establecidos en las normativas internacionales. En concreto, se detectan concentraciones elevadas de nitritos, lo que sugiere una posible contaminación fecal o por fertilizantes. Asimismo, el pH del agua se encontró fuera del rango óptimo para el consumo humano, indicando una alteración en su equilibrio ácido-base. La presencia de microorganismos totales y coliformes totales confirma la contaminación bacteriológica del agua, aumentando el riesgo de enfermedades gastrointestinales. Estos hallazgos subrayan la urgencia de implementar medidas de tratamiento del agua, tales como la corrección del pH, la desinfección con cloro o compuestos a base de yodo.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Fuentes (2021), llevó a cabo un análisis de la calidad fisicoquímica del agua en Sacsamarca, evaluando una amplia gama de parámetros. Los resultados revelaron que, si bien la mayoría de los indicadores se encontraban dentro de los rangos aceptables, se detectaron concentraciones de arsénico (0,13 ppm) y fosfatos (1,51 ppm) superiores a los establecidos en la normativa peruana. La presencia de arsénico, un metaloide altamente tóxico, en el efluente Caracha plantea una preocupación significativa para la salud humana, ya que puede acumularse en el organismo y causar diversos problemas de salud. Por otro lado, los elevados niveles de fosfatos en el puquial indican un posible proceso de eutrofización, que puede afectar negativamente la calidad del agua y la biodiversidad acuática.

Ruiz (2022), en su investigación ha determinado la calidad de agua para consumo humano, realizando análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, para éste propósito como normatividad se ha utilizado el DS N.º 031-2010-SA y DS N.º 004-2017-MINA obteniendo como resultados: parámetros fisicoquímicos fueron en Turbiedad < 0.40;

Temperatura Δ 2; Dureza 23.07; Color < 5; Sólido Disuelto Totales 60,5; pH 7.28; Conductividad 69.2. En los parámetros microbiológicos fueron Coliformes Totales < 1.1; Coliformes Fecales < 1.1; Escherichia Coli < 1, concluyendo que los análisis expuestos muestran que la calidad del agua cumple con la normatividad vigente.

Mendez (2022), en su trabajo titulado “Estudio físico y químico del agua del subsuelo de Ichuña, Moquegua-Perú”, se evaluó la presencia de metales pesados en los manantiales de Mauri, Humalzo y Totorani. Los resultados revelaron niveles de arsénico, boro y plomo superiores a los límites máximos permisibles establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA) del Perú. Además, se observó un pH promedio de 8.0 en las muestras analizadas. Estos hallazgos evidencian una contaminación significativa del agua subterránea en la zona, representando un riesgo potencial para la salud de la población que consume estas fuentes hídricas.

1.2.3. A NIVEL LOCAL

Rojas (2021), en su tesis realizó una caracterización de la calidad del agua superficial en la unidad hidrográfica Coata, ubicada en la región Puno. El estudio evidenció una fuerte influencia antropogénica en la calidad del agua, identificando como principales fuentes de contaminación las descargas de aguas residuales municipales e industriales, los vertidos de residuos sólidos y las descargas directas de sustancias contaminantes. El análisis del Índice de Calidad del Agua de Perú (ICA-PE) mostró una variabilidad espacial significativa. En la cabecera de cuenca, la calidad del agua se clasificó como aceptable en el 71% de los puntos de muestreo y buena en el 29%. En la cuenca media, la calidad fue predominantemente buena, mientras que en la cuenca baja se observa una mayor heterogeneidad, con un 56% de puntos clasificados como buenos, un 33% como regulares y un 11% como perjudiciales, siendo el punto de monitoreo RToro2 el más crítico.

Rossel (2022), en su artículo "Control de Calidad del Agua Potable en la Ciudad de Ilave" evaluó la calidad del agua potable en dicha ciudad. A pesar de que la mayoría de los parámetros fisicoquímicos evaluados cumplieron con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente, se detectaron deficiencias significativas en la desinfección del agua. Los resultados mostraron niveles de cloro residual inferiores a los recomendados (0,5 mg/L) en todas las muestras de agua tratada, lo cual compromete la eficacia de este desinfectante en la eliminación de microorganismos patógenos. Además, se detectó la presencia de coliformes en todas las muestras recolectadas en hogares, indicando una contaminación fecal posterior a la potabilización.

Escobar (2024), evaluó la concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos del centro poblado de Vilcachile, con valores como resultados siguientes, pH varió entre 6.67 - 7.02, temperatura igual y constante con un valor de 14°C, CE ha variado de 97,80 y 117,70 uS/cm; en cuanto a parámetros bacteriológicos, para todos los casos se han obtenido resultados <1 UFC/100 ml, Los resultados obtenidos en el estudio evidencian que el agua proveniente de los pozos analizados cumple con los parámetros establecidos para el consumo humano, tanto desde el punto de vista fisicoquímico como microbiológico. Esto indica que las concentraciones de los diversos componentes evaluados se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa nacional vigente.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. LOS MANANTIALES

Los manantiales son puntos de emergencia natural del agua subterránea hacia la superficie terrestre. Se forman cuando el agua que se infiltra en el suelo encuentra capas impermeables que la obligan a ascender. La calidad y cantidad de agua que emerge depende de factores como la geología del terreno, la vegetación, la actividad humana y el clima. Estos cuerpos de agua son fundamentales para los ecosistemas, ya que proporcionan hábitats para diversas especies, ríos y lagos alimentarios, y sirven como fuente de agua potable. Sin embargo, su calidad puede verse afectada por la contaminación, por lo que es crucial protegerlos y gestionar de manera sostenible los recursos hídricos subterráneos (Rodríguez, 2022).

2.1.2. LA CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua, un parámetro multidimensional, se evalúa en función de sus características físicas, químicas y biológicas. Estos atributos determinan su idoneidad para usos específicos, como el consumo humano, la agricultura, la industria y la recreación. Las alteraciones de estos parámetros, producto de la contaminación por sustancias orgánicas e inorgánicas, patógenos, sedimentos y otros contaminantes emergentes, compromete la salud de los ecosistemas acuáticos y la seguridad de quienes dependen de ella. Además, los cambios en el uso del suelo, el cambio climático y

las prácticas agrícolas intensivas exacerbaban los problemas de calidad del agua generando efectos sinérgicos que dificultan su gestión (Bauer, 2020).

2.1.3. AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El agua, ese elemento vital para todas las formas de vida, debe cumplir con estándares rigurosos para garantizar nuestra salud y bienestar. Su sabor, olor, color, claridad y composición química son factores cruciales que determinan si es apta para el consumo. Desde su origen, ya sea en manantiales profundos o en ríos superficiales, el agua debe ser sometida a un proceso de evaluación y tratamiento exhaustivo. Solo así se puede asegurar que el agua que llega a los hogares cumple con los requisitos necesarios para mantener hidratadas y saludables a las personas (Chulluncuy, 2021).

2.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El agua posee una serie de propiedades físicas que la convierten en un elemento indispensable para la vida en la Tierra. Entre estas propiedades destacan su elevada capacidad calorífica, su fuerza de cohesión entre moléculas, su capacidad disolvente y su fenómeno de capilaridad. La elevada capacidad calorífica del agua significa que puede absorber grandes cantidades de calor antes de que su temperatura aumente significativamente. Por otro lado, la fuerza de cohesión entre las moléculas de agua que permite que el agua forme gotas y ascienda por tubos capilares en contra de la gravedad. La capacidad disolvente del agua es otra de sus propiedades más destacadas. Debido a su polaridad, el agua puede disolver una gran variedad de sustancias. Finalmente, la incompresibilidad del agua, debido a los fuertes enlaces entre sus moléculas, la convierte en un líquido casi inmutable en términos de volumen (Fuentes, 2021).

a. Parámetros Físicos

Color: El color del agua es un indicador de su calidad. Puede variar desde transparente hasta tonos oscuros, dependiendo de sustancias disueltas como minerales o materia orgánica. Estos colores pueden ser naturales o producto de la contaminación. Analizar el

color es esencial para evaluar la potabilidad del agua y el estado del ecosistema (Rolin, 2018).

Turbidez: Es una medida de la claridad del agua, determinada por la presencia de partículas en suspensión. Estas partículas pueden ser de origen orgánico (como plancton o materia vegetal en análisis) o inorgánico (como arcilla, limo o sedimentos). Cuanto mayor sea la cantidad de estas partículas, menor será la transparencia del agua y mayor será su turbidez. Por otro lado, se mide en unidades nefelométricas (NTU) utilizando instrumentos llamados turbidímetros. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un límite de 5 NTU como máximo para el agua destinada al consumo humano. Sin embargo, los estándares de calidad pueden variar según las regulaciones nacionales y locales (Llamosas, 2022).

Conductividad: Es una propiedad del agua que indica la cantidad de sales minerales disueltas en ella. Estas sales, al disolverse, se separan en iones con carga eléctrica, positiva y negativa. Estos iones, al moverse libremente en el agua, permiten el paso de la corriente eléctrica. La conductividad es un parámetro útil para evaluar la calidad del agua, pero una alta conductividad no garantiza que otros indicadores, como la presencia de contaminantes, se encuentren dentro de los valores considerados seguros (Solís, 2018).

Sólidos Totales Disueltos: Corresponden a la cantidad total de material sólido disuelto en el agua, como sales minerales, metales y compuestos orgánicos. A diferencia de los sólidos en suspensión, los STD son de tamaño molecular y no pueden ser retenidos por filtros comunes. Su presencia puede afectar el sabor, olor y conductividad eléctrica del agua, y en altas concentraciones puede ser perjudicial para la salud y el medio ambiente (Enrique, 2021).

b. Parámetros Químicos

Potencial hidrógeno (pH): Es una medida fundamental que nos revela la acidez o alcalinidad de una sustancia, en este caso, del agua. Esta propiedad se basa en la

concentración de iones de hidrógeno (H^+) presentes en el líquido. Cuanto mayor sea la concentración de estos iones, más ácida será la solución. La escala del pH se extiende desde 0 hasta 14. Un valor de pH 7 se considera neutro, como el agua pura. Los valores inferiores a 7 indican acidez creciente, mientras que los superiores a 7 señalan alcalinidad (Minam, 2017).

Cloruros: El ion cloruro es uno de los aniones más abundantes en el agua natural. Sin embargo, un aumento significativo en su concentración suele ser un indicador de contaminación antropogénica. Los cloruros pueden provenir de diversas fuentes, como la disolución de salinas, el uso de fertilizantes y la descarga de aguas residuales. La presencia excesiva de cloruros puede afectar la calidad del agua, haciéndola no apta para el consumo humano y la agricultura, debido a su sabor salado y a su potencial para corroer tuberías (García, 2019).

Sulfatos: Son el resultado de la oxidación del sulfito en procesos geológicos, son comúnmente encontrados en aguas naturales. La filtración de agua a través de formaciones rocosas ricas en sulfito aumenta la concentración de estos iones en el agua subterránea. Se advierte que altas concentraciones de sulfatos (superiores a 1600 mg/l) pueden causar diarrea en animales y efectos laxantes en humanos a partir de los 1000 mg/l. (Bolaños, 2017).

Dureza Total: Representa la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua. Estos minerales, principalmente en forma de bicarbonatos y carbonatos, confieren al agua su dureza. La dureza se cuantifica en miligramos de carbonato de calcio equivalente por litro (mg/L $CaCO_3$). Un agua con baja dureza se denomina blanda, mientras que una con alta dureza se considera dura. La dureza del agua influye en diversos aspectos, como la formación de incrustaciones en tuberías, la eficacia de los detergentes y el sabor del agua (Solís et al., 2018).

Nitratos: Son compuestos químicos formados por un átomo de nitrógeno unido a tres

átomos de oxígeno, y que poseen una carga eléctrica negativa. En su estado natural, se encuentran disueltos en el agua, tanto superficial como subterránea. Su presencia en estos medios es resultado del ciclo del nitrógeno, un proceso natural fundamental para la vida en la Tierra. El ciclo del nitrógeno es un conjunto de procesos biológicos, químicos y físicos que transforman el nitrógeno atmosférico en formas utilizables por los organismos vivos y, posteriormente, lo devuelven a la atmósfera (Palomares, 2021).

c. Parámetros microbiológicos:

Coliformes Totales: Son un grupo diverso de bacterias que se encuentran comunes en el ambiente, especialmente en el suelo y en el agua. Su presencia en alimentos o agua suele indicar contaminación fecal, ya que muchos coliformes, como *Escherichia coli* (*E. coli*), habitan en el intestino de animales de sangre caliente, incluyendo humanos (Larrea, 2019).

Coliformes fecales: Son un grupo específico de bacterias que pertenecen a la familia de los coliformes totales. A diferencia de los coliformes totales, que pueden encontrarse en diversos ambientes, los coliformes fecales están asociados exclusivamente al intestino de animales de sangre caliente, incluyendo a los humanos. Por esta razón, su presencia en muestras de agua, alimentos o superficies indica una contaminación fecal reciente (Larrea, 2019).

2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL AGUA

Tabla 01: Límites Máximos Permisibles(LMP).

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
Conductividad	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50
coliformes totales	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C

UCV: Unidad de color verdader

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

UFC = Unidad Formadora de Colonias

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N°031- 2010-SA.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Agua: El agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O), unidos por enlaces covalentes. Por lo tanto, su fórmula química es H₂O (Funcagua, 2020).

Calidad bacteriológica del agua: Es el conjunto de características y propiedades que determinan su pureza microbiológica. Evalúa la presencia de bacterias patógenas y de indicadores fecales, que revelan la contaminación del agua por heces humanas o animales. Esta evaluación es fundamental para garantizar la seguridad sanitaria del agua destinada al consumo humano (Cytel, 2019).

Coliformes totales: Son un grupo específico de bacterias. Estas bacterias son bacilos, es decir, tienen forma de bastoncillo. Además, son anaerobios facultativos, lo que significa que pueden vivir tanto en presencia como en ausencia de oxígeno (Funcagua, 2020).

Coliformes Fecales: Son un tipo de bacteria que se encuentra principalmente en el intestino de animales de sangre caliente, incluyendo a los humanos. Su presencia en agua, suelo o alimentos es un fuerte indicador de contaminación fecal y representa un riesgo significativo para la salud pública (Ministerio de Salud, 2014).

Límite Máximo Permissible (LMP): Es un concepto fundamental en la protección del medio ambiente. Este valor, establecido por las autoridades competentes, determina la concentración máxima de una sustancia en un determinado medio sin que se produzcan efectos adversos en la salud humana y el ecosistema. Los LMP son esenciales para garantizar la calidad del aire que respiramos, del agua que bebemos y de los alimentos que consumimos (DIGESA, 2010).

2.3. MARCO NORMATIVO

- Constitución Política del Perú (1993): El Estado Peruano ha establecido un sólido marco normativo que regula la calidad del agua destinada al consumo humano.
- Ley General de Salud - Ley N° 26842: Esta ley, pilar fundamental en materia de salud pública, establece los principios y lineamientos generales para la gestión de la salud en el país.

- Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031- 2010: Este reglamento determina los parámetros microbiológicos, químicos y físicos que debe cumplir el agua para ser considerada apta para el consumo humano.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024, no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno no cumplen los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).
- Los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno no cumplen los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio comprende el distrito de Puno, perteneciente a la provincia de Puno del departamento del mismo nombre. Este distrito cuenta en la actualidad con 30 barrios y dentro de ellos una de los barrios más antiguos es el Barrio Orkapata, donde se encuentra ubicado el manantial de agua.

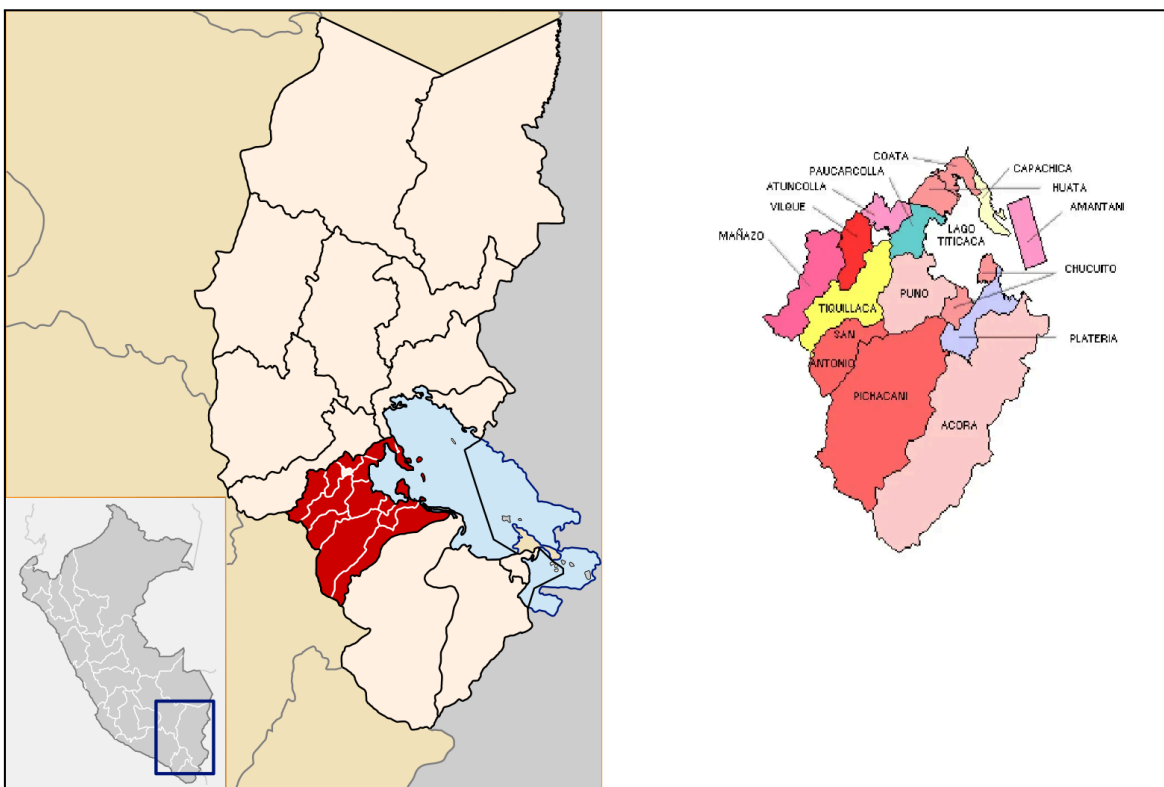


Figura 01: Ubicación geográfica del distrito de Puno.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo conformada por el agua proveniente del manantial ubicado en la novena cuadra de la calle llave en el barrio Orkapata el cual tiene su brote mediante una pileta de agua.

3.2.2. MUESTRA

La muestra ha sido de tipo puntual, es decir se realizó en un solo punto, precisamente donde se produce la salida de la pileta cuya descripción mostramos a continuación:

Tabla 02: Descripción del punto donde se tomará la muestra.

N°	DENOMINACIÓN	COORDENADAS UTM
1	PM1	ZONA 19S ESTE: 389675.70 NORTE: 8248930.20

Dicha muestra estuvo conformada por **1.00 litro** de agua, 0.5 litros para el análisis físico químico y 0.5 litros para el análisis bacteriológico.



Figura 02: Ubicación del punto de muestreo.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Procedimiento para la toma de muestras

Todas las acciones se realizaron según las pautas estrictas establecidas por el organismo regulador ambiental, el MINAM.

Se siguieron cuidadosamente las guías específicas para investigar áreas con contaminantes, especialmente adaptadas para tomar muestras de manantiales de agua.

Para tomar las muestras, se utilizó un recipiente de material resistente, minuciosamente desinfectado y de boca ancha, para recolectar el agua del manantial.

Luego, las muestras se llevaron al laboratorio en un enfriador, manteniendo la temperatura entre 2 y 7 °C para evitar que se deterioren.

Para garantizar la trazabilidad y precisión del análisis, cada muestra ha tenido un código único. Las muestras se analizarán en el laboratorio de calidad ambiental dentro de las 24 horas posteriores a su recolección. Este procedimiento riguroso aseguró la integridad de los datos y permitió una evaluación precisa de la calidad del agua de los manantiales seleccionados.

Primer objetivo: Analizar la concentración de los parámetros físicoquímicos de los manantiales de acuerdo a los límites máximos permisibles (LMP)

- Se utilizó ropa de protección personal, como guantes desechables y barbijo, para garantizar la seguridad del personal y prevenir riesgos de contaminación durante la recolección de la muestra, se recogió una muestra de agua de 500 ml, siguiendo el procedimiento establecido en este proyecto de tesis, se utilizó protección personal adecuada, como guantes desechables y barbijo, al recolectar la muestra. También se ha enjuagado el envase de recolección tres veces para eliminar cualquier residuo., luego se tomó la muestra con cuidado y precisión, manteniendo contacto con las paredes del manantial para asegurar la representatividad, se etiquetó la muestra con un código único y registrar la fecha, hora, lugar de muestreo, coordenadas UTM y la firma del responsable así mismo, teniendo cuidado en sellar herméticamente la tapa del envase para prevenir posibles fugas durante el traslado o manipulación. Esto garantizó la integridad y seguridad de la muestra.

Segundo objetivo: Analizar la concentración de los parámetros microbiológicos de los manantiales de acuerdo a los límites máximos permisibles (LMP)

- El análisis de la muestra se realizó en el laboratorio “MQA LABS” especializado en microbiología, siguiendo estrictamente las normativas aplicables. Este laboratorio cuenta con el equipo y personal capacitado necesarios para realizar los análisis de manera precisa y confiable.

- La toma de la muestra se efectuó utilizando un recipiente esterilizado, garantizando la obtención de una muestra representativa y previniendo la contaminación. La muestra se etiquetó con información relevante para asegurar la trazabilidad y exactitud. Para su conservación, la muestra se almacenó en un dispositivo aislante térmico, manteniéndolo en el rango de temperatura adecuado. Finalmente, la muestra se transportó al laboratorio “MQA LABS”.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 03: Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Parámetros del agua	Física	pH	Valor de pH
		CE	µmho/cm
		Temperatura	mgL ⁻¹
		Sólidos totales disueltos	mg/L
	Química	Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹
		Alcalinidad	mg CaCO ₃ L ⁻¹
		Cloruros	mg Cl-L ⁻¹
		Sulfatos	mg SO ₄ = L ⁻¹
		Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹
		Calcio	mg Ca ⁺⁺ L ⁻¹
Microbiológica	Magnesio	mg Mg ⁺⁺ L ⁻¹	
	Coliformes totales	NMP/100 mL	
		NMP/100 mL	
Variable dependiente Calidad del agua	Especificaciones técnicas o parámetros	Cumple con los (LMP)	
	fisicoquímicos y microbiológicos	No cumple con los (LMP)	

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Debido a que los valores de la concentración de los parámetros son números únicos, éstos se seleccionaron y fueron comparados con números (Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA) cuyos valores se pueden ver en el Anexo 02, para saber si los valores están dentro de los límites aceptables, y para entender mejor cómo se comportan los datos, se ha usado una herramienta de análisis. Esta herramienta es un tipo de gráfico que enseña los valores medidos de una cualidad del producto.

Los gráficos de control muestran cómo cambia una cualidad que queremos mantener bajo control (en el eje vertical), según los productos que estamos revisando (en el eje horizontal). Dependiendo de la cualidad que midamos, hay tres tipos de gráficos: para variables, para atributos y para el conteo de defectos (Flández, 2015).

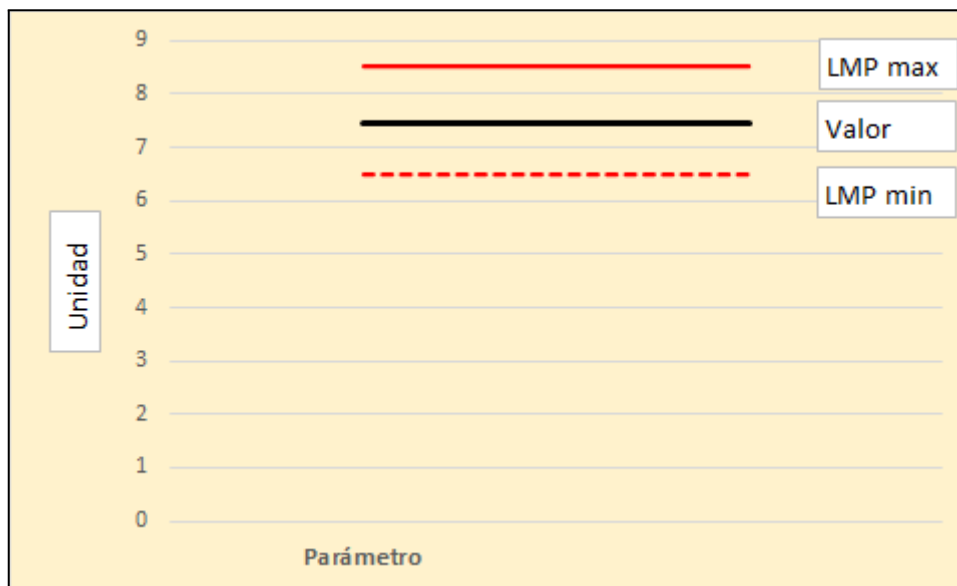


Figura 03: Gráficos de Control.

En nuestro caso:

El LMP max. Los valores máximos de: Límites Máximos Permisibles máximos.

Valor: Es el valor de la concentración obtenida por parámetro analizado.

El LMP min. Los valores mínimos de: Límites Máximos Permisibles máximos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO PRIMERO.

Determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA), ver en el Anexo 02.

Tabla 04: Resultados de la concentración de los parámetros fisicoquímicos.

Parámetros	Unidades	Valores	LMP	Cumplimiento
pH	Valor de pH	7.46	6.5 - 8.5	SI
Conductividad Eléctrica	µmho/cm	0.91	1500.00	SI
Temperatura	°C	14.65	ND	SI
Sólidos totales disueltos	mg/L	0.00045	1000	SI
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	463.60	500	SI
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	310.52	ND	SI
Cloruros	mg Cl-/L	70.92	250	SI
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /L	153.00	250	SI
Nitratos	mg NO ₃ /L	0.80	50	SI
Calcio	mg Ca ⁺⁺ L ⁻¹	124.64	ND	SI
Magnesio	mg Mg ⁺⁺ L ⁻¹	36.68	ND	SI

4.1.1. ANÁLISIS POR PARÁMETRO.

Concentración de pH.

El pH es un parámetro fundamental en la calidad del agua, ya que influye en su potabilidad, en la disponibilidad de ciertos elementos y en la efectividad de los tratamientos de potabilización. El pH mide la concentración de iones hidrógeno (H⁺) en una escala de 0 a 14, donde:

- Un pH inferior a 7 indica acidez.
- Un pH de 7 es considerado neutro.
- Un pH superior a 7 indica alcalinidad.

Un pH fuera del rango adecuado puede afectar la salud humana, la corrosión de tuberías y la solubilidad de metales pesados, lo que influye en la calidad del agua de consumo.



Figura 04: Evaluación del valor de la concentración de pH.

De acuerdo a la figura 04, se realizó la medición del pH del agua del manantial del barrio Orkapata, obteniendo un valor de 7.46. Según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA), el rango permitido para el pH es de 6.5 a 8.5. Dado que el valor obtenido de 7.46 se encuentra dentro del rango establecido (6.5 - 8.5), se concluye que el agua del manantial cumple con los límites permisibles para este parámetro, lo que indica que no presenta riesgo de acidez o alcalinidad extrema que pueda afectar su calidad para el consumo humano.

Conductividad Eléctrica.

La conductividad eléctrica (CE) mide la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, lo que está relacionado con la presencia de sales disueltas, iones y minerales en la solución. Un valor alto de CE puede indicar una alta concentración de sales, lo que puede afectar el sabor del agua y su idoneidad para el consumo humano.

Los valores de CE se expresan en micromhos por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$) o microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$), siendo ambos equivalentes.

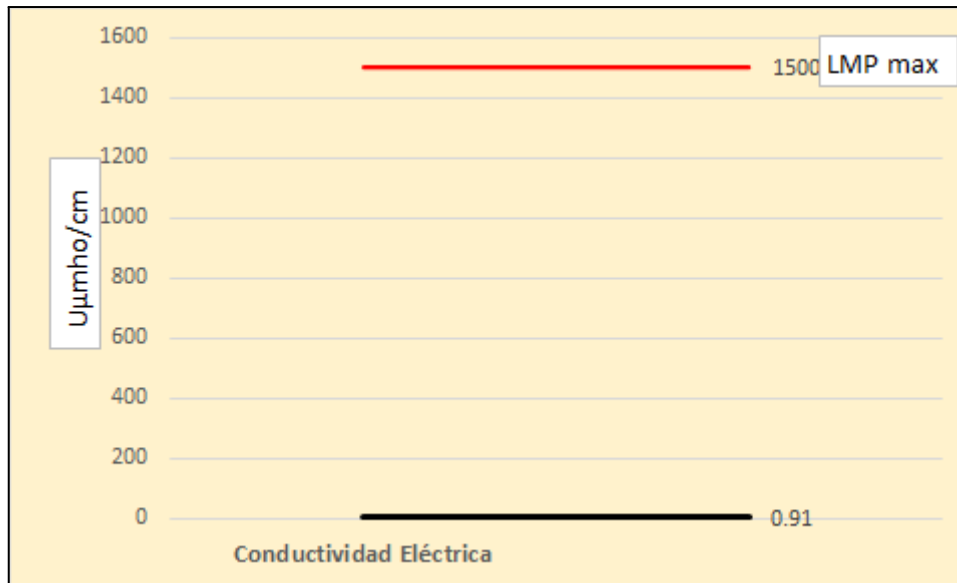


Figura 05: Evaluación del valor de la conductividad eléctrica.

De acuerdo a la figura 05, se realizaron mediciones de los parámetros de pH y conductividad eléctrica en el agua del manantial del barrio Orkapata, obteniendo los siguientes valores: Conductividad Eléctrica: 0.91 $\mu\text{mho/cm}$, concluyendo que el valor de conductividad eléctrica (0.91 $\mu\text{mho/cm}$) es considerablemente inferior al límite máximo permisible de 1500 $\mu\text{mho/cm}$, lo que indica que el agua del manantial cumple con la normativa y tiene una baja cantidad de sales disueltas.

Sólidos totales disueltos.

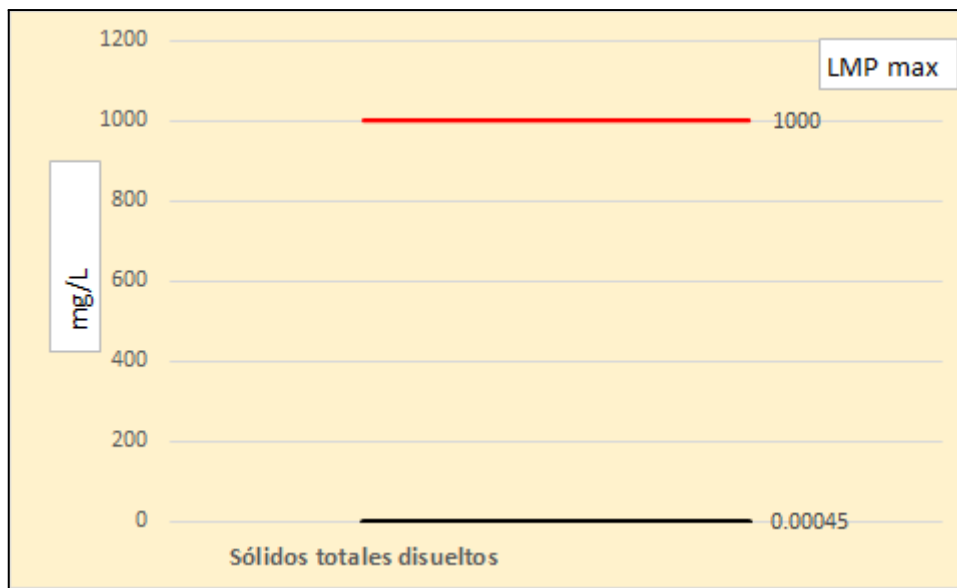


Figura 06: Evaluación del valor de la concentración de los sólidos disueltos totales.

De acuerdo a la figura 06, el valor medido de 0.00045 mg/L es extremadamente bajo en comparación con el LMP de 1000 mg/L. Esto indica que la concentración de sólidos totales disueltos en la muestra de agua es insignificante y se encuentra dentro de los límites permisibles para consumo humano según la normativa vigente.

En términos de calidad del agua, este resultado sugiere que:

- El agua tiene una baja cantidad de minerales y sales disueltas.
- Es apta para el consumo humano en cuanto a este parámetro.
- Podría tratarse de agua de alta pureza o con baja mineralización, lo que puede ser característico de aguas de origen pluvial o tratadas.

Dureza total del agua:

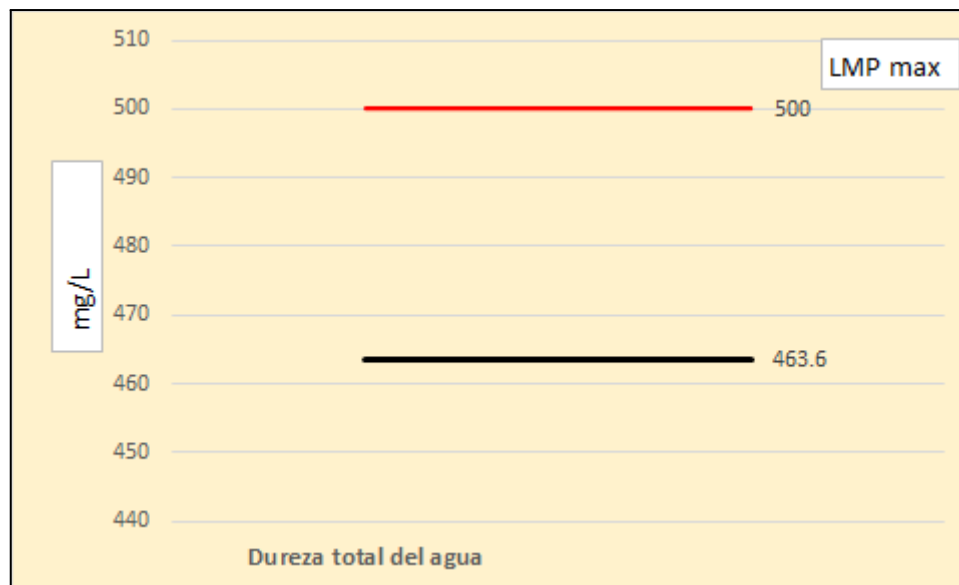


Figura 07: Evaluación del valor de la dureza total del agua.

De acuerdo a la figura 07, el valor de dureza total medido en el agua es 463.60 mg/L, lo cual está por debajo del LMP de 500 mg/L. Esto significa que el agua cumple con el estándar de calidad establecido para consumo humano en cuanto a dureza. Sin embargo, es importante considerar los siguientes puntos:

Clasificación del agua según dureza:

- 0 - 60 mg/L: Agua blanda
- 61 - 120 mg/L: Agua moderadamente dura
- 121 - 180 mg/L: Agua dura
- Mayor a 180 mg/L: Agua muy dura

Dado que el agua analizada tiene 463.60 mg/L de dureza, se clasifica como "agua muy dura", siendo un efectos del agua dura que **no representa** un riesgo significativo para la salud, en cambio puede generar incrustaciones en tuberías y electrodomésticos y afectar la efectividad del jabón y detergentes.

Realizar un análisis para ver la calidad del agua para el parámetro Dureza total es igual a 463.60 mg/L y el LMP es 500 mg/L

Concentración de Cloruros.

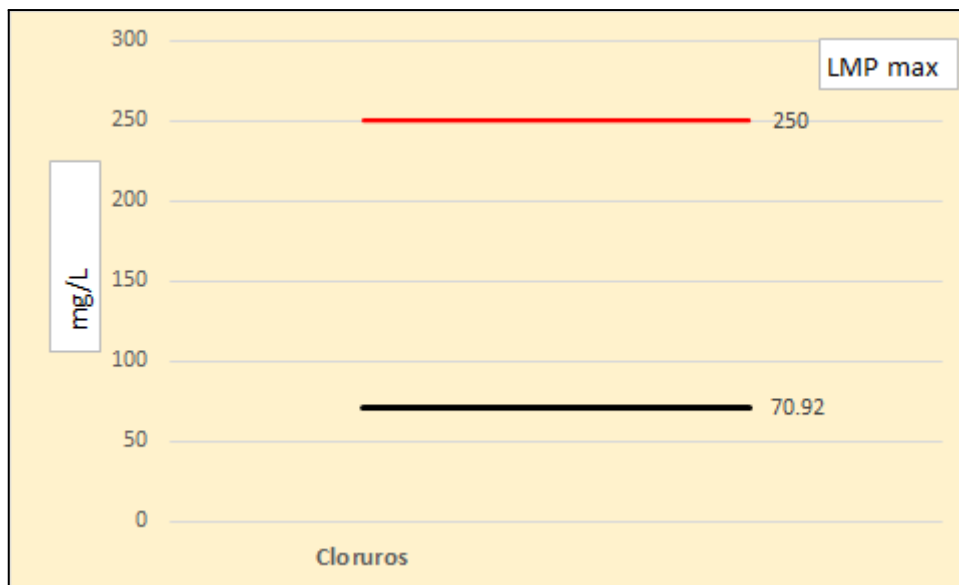


Figura 08: Evaluación de la concentración de cloruros.

El valor medido de 70.92 mg Cl⁻/L es significativamente menor al LMP de 250 mg Cl⁻/L, lo que indica que el agua cumple con los estándares de calidad en este parámetro y es segura para el consumo humano en cuanto a la concentración de cloruros.

Los cloruros en el agua suelen provenir de fuentes naturales, desalinización, aguas residuales o contaminación por sales. En concentraciones elevadas pueden dar un sabor salado al agua y afectar tuberías y equipos.

Interpretación del resultado:

- El agua analizada tiene una concentración baja de cloruros, lo que indica que no hay una contaminación significativa por sales.
- No representa riesgos para la salud ni para la infraestructura.
- El agua es apta para el consumo en cuanto a este parámetro.

Concentración de Sulfatos.

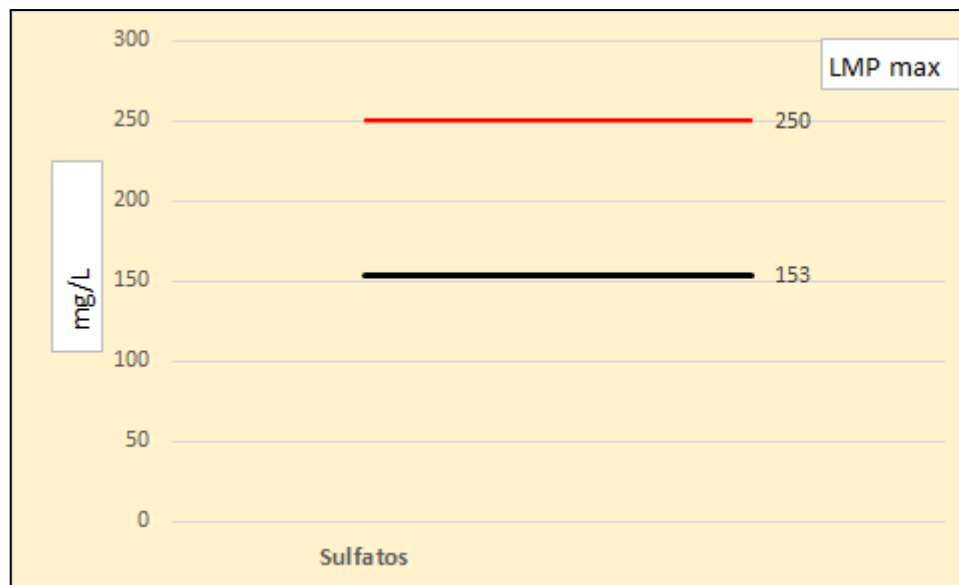


Figura 09: Evaluación de la concentración de sulfatos.

El valor medido de 153.00 mg/L está por debajo del LMP de 250 mg/L, lo que indica que el agua cumple con los estándares de calidad en cuanto a la concentración de sulfatos y es segura para el consumo humano en este parámetro.

Los sulfatos en el agua pueden provenir de fuentes naturales, descomposición de minerales, actividades industriales y agrícolas. En concentraciones elevadas pueden causar un sabor amargo y efectos laxantes, por lo que el agua analizada tiene una concentración moderada de sulfatos, pero dentro del rango permitido, y **no representa** riesgos para la salud ni afecta significativamente el sabor del agua. El agua es apta para el consumo en cuanto a este parámetro.

Concentración de Nitratos

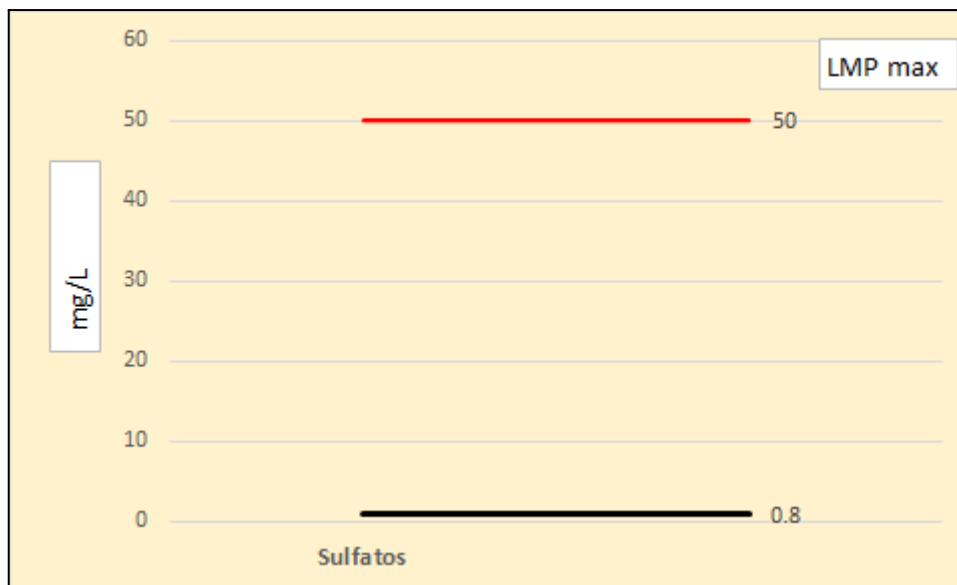


Figura 10: Evaluación de la concentración de nitratos.

El valor medido de 0.80 mg/L está muy por debajo del LMP de 50 mg/L, lo que indica que el agua cumple con los estándares de calidad en cuanto a la concentración de nitratos y es segura para el consumo humano en este parámetro.

Los nitratos en el agua pueden provenir de fuentes naturales, fertilizantes, aguas residuales y actividades agrícolas. En concentraciones elevadas pueden causar problemas de salud, como la metahemoglobinemia (o "síndrome del bebé azul") en lactantes.

Interpretación del resultado:

- El agua analizada tiene una concentración extremadamente baja de nitratos, lo cual es positivo.
- No representa ningún riesgo para la salud.
- El agua es apta para el consumo en cuanto a este parámetro.

4.2. RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO SEGUNDO.

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).

Tabla 05: Resultados de la concentración de los parámetros microbiológicos.

Parámetros	Unidades	Valores	LMP	Cumplimiento
Coliformes totales	NMP/100ml	30	<1.8	NO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	07	<1.8	NO

Concentración de Coliformes totales



Figura 11: Evaluación de la concentración de coliformes totales.

El valor medido de 30 NMP/100 mL excede significativamente el LMP de <1.8 NMP/100 mL, lo que indica que el agua NO CUMPLE con los estándares de calidad en cuanto a la presencia de coliformes totales y no es apta para el consumo humano sin tratamiento previo. Los coliformes totales son un indicador de contaminación microbiológica y pueden provenir de fuentes como:

- Materia orgánica en descomposición

- Contaminación fecal (aunque no necesariamente)
- Infiltración de aguas residuales
- Problemas en la desinfección del agua

La presencia de 30 NMP/100 mL sugiere una contaminación considerable, lo que puede representar un riesgo para la salud, especialmente por la posible presencia de patógenos que pueden causar enfermedades gastrointestinales.

Concentración de coliformes Termotolerantes.

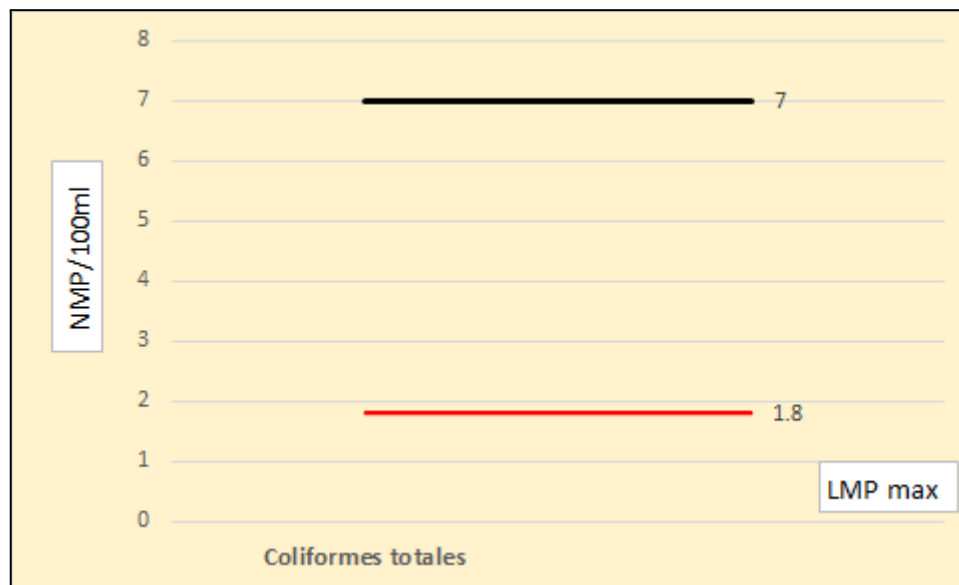


Figura 12: Evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes.

De acuerdo a la figura I valor de 7 NMP/100 mL excede el LMP de <1.8 NMP/100 mL, lo que indica que el agua NO CUMPLE con los estándares de calidad y no es apta para el consumo humano sin tratamiento previo. Los coliformes termotolerantes (antes llamados coliformes fecales) son un indicador más preciso de contaminación fecal, lo que implica la posible presencia de microorganismos patógenos como Escherichia coli, virus y parásitos que pueden causar enfermedades gastrointestinales.

Posibles fuentes de contaminación:

- Infiltración de aguas residuales o excretas animales en la fuente de agua.
- Fallas en el sistema de tratamiento y desinfección.

- Contaminación por manejo inadecuado del agua (almacenamiento, distribución).
- Riesgos para la salud:
 - Enfermedades diarreicas.
 - Infecciones gastrointestinales.
 - Potencial presencia de virus, bacterias y parásitos peligrosos.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En contraste, el estudio de Calente (2021) reporta una alta variabilidad en el pH (3.11 a 8.24), lo cual sugiere condiciones de acidez extrema en algunos puntos de muestreo, incompatibles con el consumo humano y con potenciales efectos corrosivos en redes de distribución. La turbidez también muestra fluctuaciones, con valores de hasta 3.01 NTU, que si bien no son excesivos, pueden estar relacionados con materia orgánica en suspensión o presencia de microorganismos.

El agua del manantial de Orkapata presenta un pH de 7.46, indicando una naturaleza ligeramente neutra, compatible con estándares de potabilidad. Por su parte, las aguas evaluadas por Huallpara et al (2021) registraron valores más alcalinos, entre 7.8 y 8.6, lo que podría estar asociado a una mayor presencia de bicarbonatos y carbonatos, típica de aguas subterráneas con tránsito prolongado por formaciones geológicas calcáreas, en cuanto a la conductividad eléctrica, Orkapata muestra un valor muy bajo (0.91 $\mu\text{S}/\text{cm}$), indicando baja salinidad y escasa concentración de iones disueltos, lo que sugiere un agua joven o poco mineralizada, en contraste, las aguas del estudio de Huallpara alcanzan valores de 313.3 a 1189 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que evidencia una mayor mineralización, típica de aguas subterráneas profundas o con interacción prolongada con materiales geológicos.

Los resultados de la presente investigación en comparación con la de Ruiz (2022), muestran un contraste respecto a la dureza total, pues Orkapata: 463.6 mg CaCO_3/L , clasificada como agua muy dura, y la de Ruiz: 23.07 mg CaCO_3/L , clasificada como agua

muy blanda, la alta dureza en Orkapata indica una importante presencia de calcio y magnesio (124.64 y 36.68 mg/L, respectivamente), lo cual, aunque no representa un riesgo sanitario, puede afectar instalaciones domésticas y generar rechazo organoléptico. En cambio, la baja dureza reportada por Ruiz sugiere un agua con menor contenido mineral, generalmente más aceptada por los consumidores. También respecto a la conductividad eléctrica, otro indicador de la mineralización: En nuestro trabajo: 0.91 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (muy baja). Ruiz: 69.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (también baja, pero ligeramente superior), además, Ruiz reporta valores muy bajos de turbiedad (<0.40 NTU), color (<5 unidades) y sólidos disueltos totales (60.5 mg/L), compatibles con agua tratada o de excelente calidad natural, aunque no se especifica el tipo de fuente (superficial o subterránea).

Para el caso de la investigación de Rossel (2022) evaluó la calidad del agua potable en la ciudad de Ilave, encontrando deficiencias en la desinfección y presencia de coliformes en el agua que se consume en los hogares, lo que indica contaminación fecal posterior al proceso de potabilización. Aunque este estudio se enfoca en agua tratada y no en manantiales, es relevante porque muestra que la contaminación microbiológica puede persistir incluso después de la potabilización si los procesos de desinfección no son adecuados. Esto resalta la importancia de implementar medidas correctivas en el agua del manantial de Orkapata, como la cloración o el tratamiento con sistemas de filtración avanzados.

Nuestros resultados frente a los de Escobar (2024), muestran una diferencia notoria en la dureza del agua: pues los resultados de la presente investigación son muy altas (463.6 mg CaCO_3/L), con alta concentración de calcio (124.64 mg/L) y magnesio (36.68 mg/L), mientras que las de Vilcachile donde no se detalla en el informe, pero los valores de CE y la baja variabilidad del pH sugieren una dureza baja a moderada, sin embargo aunque el agua dura no representa un riesgo para la salud, puede generar problemas en sistemas de distribución (incrustaciones) y afectar la aceptabilidad del agua por su sabor o residuos

visibles al hervirla, también a nivel de parámetros bacteriológicos hay una diferencia a favor del estudio de Escobar (2024), pues en Vilcachile los resultados microbiológicos en todos los casos fueron <1 UFC/100 ml, es decir, ausencia de contaminación bacteriológica, cumpliendo con los límites establecidos, mientras que en los de la presente investigación existe presencia de coliformes totales y no es apta para el consumo humano sin tratamiento previo.

4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.

La Hipótesis Nula:

H_0 = La calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024, cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

La Hipótesis Alterna:

H_1 = La calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024, no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 04: Resultados de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y la tabla 05: Resultados de la concentración de los parámetros microbiológicos, se ha determinado que si bien se cumplen con los LMP para los parámetros fisicoquímicos no es así para el caso de los parámetros microbiológicos, concluyendo que no se cumple con los Límites Máximos Permisibles del reglamento de la calidad del agua, por lo que se **rechaza la H_0** y se acepta la H_1 .

4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

La Hipótesis Nula:

H_0 = Los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno cumplen con los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).

La Hipótesis Alterna:

H_1 = Los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno no cumplen los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 04: Resultados de la concentración de los parámetros fisicoquímicos, se ha determinado que se cumplen con los LMP para los parámetros fisicoquímicos del reglamento de la calidad del agua, por lo que se **rechaza la H_1** y se acepta la H_0 .

4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

La Hipótesis Nula:

H_0 = Los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno cumplen con los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).

La Hipótesis Alterna:

H_1 = Los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno no cumplen los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 05: Resultados de la concentración de los parámetros microbiológicos, se ha determinado que no se cumplen con los LMP para los parámetros microbiológicos, concluyendo que no se cumple con los Límites Máximos Permisibles del reglamento de la calidad del agua, por lo que se **rechaza la H_0** y se acepta la H_1 .

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la ciudad de Puno en el año 2024, no cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA para el consumo humano. Aunque los análisis indican que los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los rangos establecidos, los parámetros microbiológicos no cumplen con los estándares de calidad exigidos, lo que representa un riesgo potencial para la salud pública.

SEGUNDA: La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, alcanzan los valores siguientes: pH 7.46, conductividad eléctrica 0.91 [$\mu\text{mho/cm}$], temperatura 14.65 °C, sólidos totales disueltos 0.00045 [mg/L], dureza total 463.6 [mg CaCO_3 /L], alcalinidad 310.52 [mg CaCO_3 /L], cloruros 70.92 [mg Cl^- /L], sulfatos 153 [mg SO_4^- /L], nitratos 0.8 [mg NO_3^- /L], Calcio 124.64 [mg Ca^{++} /L] y Magnesio 36.68 [mg Mg^{++} /L], valores que conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA) cumplen con el reglamento.

TERCERA: La concentración de los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, alcanzan los valores siguientes: Coliformes totales 30 [NMP/100 ml] y para coliformes termotolerantes 7 [NMP/100 ml], valores que conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA) no cumplen con la normatividad vigente.

RECOMENDACIONES

- A la municipalidad del distrito de Puno a través de la Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno S.A. (Emsapuno S.A.), implementar un sistema de tratamiento del agua del manantial de Orkapata, para que ésta cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA para el consumo humano.
- A la Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno S.A. oficina encargada del servicio de agua potable en el barrio Orkapata, para que protejan y conserven el manantial, debido a que éste en la actualidad a nivel de parámetros fisicoquímicos cumple con el reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA), por lo que deben de restringir actividades contaminantes en su zona de captación, cercando el área y promoviendo la reforestación para evitar filtraciones de agentes nocivos así como gestionar financiamiento para la mejora de infraestructura de saneamiento y abastecimiento de agua segura en la comunidad.
- Se recomienda a la población del barrio Orkapata, que actualmente consume directamente el agua proveniente de este manantial, hervirla o desinfectarla antes de su consumo, pues según los resultados del presente estudio, el agua no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N.º 031-2010-SA).

BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2020). ANA difundió resultados de la calidad del agua de 91 puntos identificados en Puno. Recuperado 16 de enero de 2024, de <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/323432-ana-difundio-resultados-de-la-calidad-del-agua-de-91-puntos-identificados-en-puno>
- Bauer, J. L. (2020). *CAPÍTULO 4 CALIDAD DEL AGUA*.
- Bolaños. (2017). 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>
- Calente, T. J. N. (2021). Physical-chemical and microbiological quality of water used for public supply in the municipality of Alvorada D'Oeste, Rondônia, Brazil. *Research, Society and Development*, 10(11), e198101119357. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19357>
- Fuentes, M. A. M. (2021). *EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL EN EL CENTRO POBLADO DE SACSAMARCA, REGIÓN AYACUCHO, PERÚ*.
- Funcagua. (2020, abril 6). Qué es el agua—Funcagua. Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://funcagua.org.gt/que-es-el-agua/>
- García. (2019). *CLORUROS TOTALES EN EL AGUA DE ABASTECIMIENTO*.
- Huallpara, L., Ormachea, M., Escalera, R., Ormachea, O., García, J. L., Suso, J., ... Pérez, F. (2021). HIDROQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO, SANTA CRUZ, BOLIVIA: DETERMINACIÓN DE FLUORURO. *Revista Boliviana de Química*, 38(1). <https://doi.org/10.34098/2078-3949.38.1.5>
- Larrea. (2019). *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la*

calidad de las aguas: Revisión de la literatura. 44(3).

Llamosas Barriga, H. R. (2022). *Implementación de un sistema de vigilancia ambiental participativa de la calidad agua del río Colca, Caylloma – Arequipa*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12773/14589>

Palomares. (2021, mayo 19). Contaminación del agua por nitratos y técnicas para su tratamiento. Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://www.esferadelagua.es/agua-y-tecnologia/contaminacion-del-agua-por-nitrat-os-y-tecnicas-para-su-tratamiento>

Rodríguez, R. (2022). Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza. *Revista Española de Salud Pública, 77(3)*, 423-432. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272003000300012>

Rolin Gonzales, T. (2018). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha—Region Ucayali—2018. *Universidad Nacional de Ucayali*. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3845>

Rossel, L. J. (2022). Quality Control of Drinking Water in the City of Ilave, Region of Puno, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(17)*, 10779. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710779>

Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. A., y Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha, 31(1)*, 35. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>

Tchoumou. (2023). Physicochemical and microbiological quality of spring water consumed by the inhabitants of the districts of Madibou in Brazzaville, Republic of CONGO. *World Journal of Advanced Research and Reviews, 17(3)*, 356-364. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.17.3.0240>

UNESCO. (2023, marzo 25). Riesgo inminente de una crisis mundial del agua

(UNESCO/ONU-Agua) | UNESCO. Recuperado 17 de enero de 2024, de <https://www.unesco.org/es/articles/riesgo-inminente-de-una-crisis-mundial-del-agua-a-unesco/onu-agua>



ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia.

CALIDAD DEL AGUA SEGÚN PARÁMETROS FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL MANANTIAL DEL BARRIO ORKAPATA DE LA CIUDAD DE PUNO - 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>General -¿Cuál es la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024?</p>	<p>General Evaluar la calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024.</p>	<p>General La calidad del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno - 2024, no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.</p>	<p>Independiente Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Manantial</p>	<p>Físico</p>	<p>Color Turbiedad Conductividad eléctrica (CE) Sólidos totales disueltos</p>	<p>Diseño: No experimental Tipo: Descriptivo Enfoque: Cuantitativo</p>
<p>Específicos ¿Qué parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno exceden los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA)?</p>	<p>Específicos Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).</p>	<p>Específicos Los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno exceden los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).</p>		<p>Químico</p>	<p>pH Cloruros Sulfatos Dureza Total Nitratos</p>	<p>Población y Muestra: 01 Litro del agua manantial.</p> <p>Instrumentos: Normativa de LMP, D.S. N°031-2010-SA A y Análisis de Laboratorio.</p>
<p>¿Qué parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno exceden los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA)?</p>	<p>Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno, conforme a los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).</p>	<p>Los parámetros microbiológicos del agua del manantial del barrio Orkapata de la Ciudad de Puno exceden los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA).</p>	<p>Dependiente Calidad del agua</p>	<p>Microbiológico</p>	<p>Coliformes totales Coliformes fecales</p>	<p>Según D.S. 031-2010-SA</p>

Anexo 02: Límites Máximos Permisibles para el agua de consumo humano.

Agua apta para el consumo humano, es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el Reglamento D.S. N° 031-2010-SA.

ANEXO I del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

ANEXO II del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniac	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Anexo 03: Resultados del análisis de laboratorio "MQA LABS".



M EGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C
AGUAS – SUELOS – MINERALES Y OTROS.
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADOS POR COMPARACIÓN
DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL.
RUC: 20612800741

INFORME DE ENSAYO 0013/MQA
RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE AGUA.

PROCEDENCIA : JR. ILAVE NOVENA CUADRA/ BARRIO ORKAPATA
INTERESADO : CARLOS ALBERTO QUISPE FLORES
MOTIVO : ANALISIS FISICO – QUIMICO.
FECHA DE MUESTREO : 29/01/2025(por el interesado).
FECHA DE ANALISIS : 30/01/2025.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Líquido
Color : Incoloro
Olor : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FISICOS:

PARAMETROS	UNIDAD	M1	METODOLOGIA
pH		7.46	Electrométrico
C.E	mS/cm	0.91	Conductímetro
Temperatura (°C)	°C	14.65	Termómetro

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Sólidos Disueltos Totales	g/l	0.45	Evaporación y pesaje
Dureza Total (como CaCO ₃)	mg/l	463.60	Titulación con EDTA
Alcalinidad (como CaHCO ₃)	mg/l	310.52	Titulación ácido-base
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/l	70.92	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/l	153.00	Espectrofotometría (Método de bario).
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/l	0.80	método colorimétrico
Calcio (como Ca ²⁺)	mg/l	124.64	Titulación con EDTA
Magnesio (como Mg ²⁺)	mg/l	36.68	Titulación con EDTA

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

Coliformes Totales	NMP/100ml	30
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	07

INTERPRETACION:

El agua analizada es en Jones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.

- La muestra fue recepcionada en el laboratorio.




Benito Fernández Callopanza
RUC: 20612800741
GERENTE

Longio Palacios Frisancho
BIOLOGO
C.B.P. 2129

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida – a una cuadra del local Pégola - Puno
Cel. 973296546 - 983003185

Escaneado con CamScanner

Anexo 04: Galería fotográfica.





