

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTIALES DE LA
PARCIALIDAD HUERTA PARQUE DEL CENTRO POBLADO CASPA, JULI -**

PUNO 2025

PRESENTADA POR:

BETZAYDA AREMY CONDORI GOMEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



18.39%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 15 AUG 2025, 5:36 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
4.69%

● CHANGED TEXT
13.7%

Report #28035907

BETZAYDA AREMY CONDORI GOMEZ // EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTIALES DE LA PARCIALIDAD HUERTA PARQUE DEL CENTRO POBLADO CASPA, JULI - PUNO 2025 RESUMEN La presente investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua en manantiales de la parcialidad Huerta Parque del centro poblado Caspa, Juli – Puno, 2025” tuvo como objetivo principal determinar el grado de cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 1 – subcategoría A1 (uso poblacional y recreacional), establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, en los manantiales de dicha localidad. El estudio se realizó en los tres manantiales presentes en la parcialidad Huerta Parque, se centró en el análisis de parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto) y microbiológicos (presencia de Escherichia coli). Los resultados muestran que: pH(7.41, 7.63 y 7.52), temperatura (10.87 °C, 9.60 °C y 9.15 °C), conductividad eléctrica (655 µS/cm, 916 µS/cm y 623 µS/cm), sólidos totales disueltos(327 mg/L, 458 mg/L y 312 mg/L) y oxígeno disuelto (5,72 mg/L, 5,55 mg/L y 5,89 mg/L) en los manantiales de Jallpir Apacheta, Wiskalla Jaque y Jamachi Umaña Puju respectivamente, demuestran que cumplen con los ECA, a excepción del parámetro de oxígeno disuelto (5,72 mg/L, 5,55 mg/L y 5,89 mg/L) registró valores por debajo del mínimo establecido, posiblemente debido a condiciones naturales como la

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTIALES DE LA
PARCIALIDAD HUERTA PARQUE DEL CENTRO POBLADO CASPA, JULI -
PUNO 2025**

PRESENTADA POR:

BETZAYDA AREMY CONDORI GOMEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 21 de agosto del 2025

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres y hermano, cuya guía constante, valores inculcados y respaldo incondicional han sido fundamentales en mi formación personal y profesional. Su ejemplo de esfuerzo, perseverancia y compromiso ha sido el motor que me impulsó a continuar incluso en los momentos más difíciles. Expresó una dedicatoria especial para Armando, apoyo principal en este proceso, cuya presencia, aliento y confianza en mis capacidades han sido determinantes para alcanzar esta meta. Este logro no es únicamente personal; representa la suma del amor, la confianza y el respaldo de quienes han creído en mí. A todos ustedes, gracias infinitas por ser parte de este viaje.

Betzayda Aremy Condori Gomez

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme una formación profesional de calidad y convertirse en el espacio que forjó mi crecimiento académico y personal.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y a todos sus docentes, por compartir sus conocimientos con entrega y compromiso, contribuyendo decididamente a mi formación.
- A mi asesor, Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, por su guía y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Y a los distinguidos miembros del jurado, Mg. Elvira Anani Durand Goyzueta, Dr. Esteban Isidro León Apaza y M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita, por su valioso aporte académico.
- A Dios, por darme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para continuar este camino, iluminando cada paso con sabiduría y propósito.
- A mi familia, por su amor incondicional y constante respaldo; mis padres, Yimy y Vilma, por ser ejemplo de esfuerzo y perseverancia; a mi hermano, por su compañía; y especialmente a Armando, por su apoyo inquebrantable, por estar presente en cada etapa de esta investigación y ser mi mayor motivación.
- A todos quienes, de alguna manera, contribuyeron en este proceso: mi más sincero agradecimiento.

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	12
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.	13
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	13
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	14
1.2.3. ANTECEDENTES NACIONALES	15
1.2.3. ANTECEDENTES REGIONALES Y LOCALES	17
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. EL AGUA	20
	3

2.1.2. IMPORTANCIA DEL AGUA	20
2.1.3. CALIDAD DEL AGUA	21
2.1.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA	21
2.1.5. POTABILIZACIÓN DEL AGUA	22
2.1.6. MANANTIALES	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL	22
2.2.1. AGUA	22
2.2.2. CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA	22
2.2.3. ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AGUA	23
2.2.4. PARAMETROS FISICO QUIMICOS	23
2.2.5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	23
2.3. HIPÓTESIS	23
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	23
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	23
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	24
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	25
3.2.1. POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.2.2. MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	25
3.3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.3.3. MÉTODO	26
3.3.4. TÉCNICAS	26
3.3.5. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS	27
3.3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.3.7. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	28

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	30
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	30
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	
4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1:	32
4.1.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	33
4.1.2. TEMPERATURA (T°)	34
4.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	36
4.1.4. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)	37
4.1.5. OXÍGENO DISUELTO (OD)	39
4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2:	40
4.2.1. ESCHERICHIA COLI (E. coli)	40
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Descripción de los puntos donde se toman las muestras	25
Tabla 02: Instrumentos de recolección de datos	27
Tabla 03: Metodología de los parámetros físicos y químicos	29
Tabla 04: Metodología de los parámetros microbiológicos	30
Tabla 05: Identificación de Variables	30
Tabla 06: Valores obtenidos de Potencial de Hidrógeno	33
Tabla 07: Valores obtenidos del parámetro temperatura.	35
Tabla 08: Valores obtenidos de conductividad eléctrica (CE)	36
Tabla 09: Valores obtenidos de sólidos totales disueltos (TDS)	38
Tabla 10: Valores obtenidos del parámetro de oxígeno disuelto	39
Tabla 11: Valores obtenidos para el parámetro microbiológico de E. Coli	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación geográfica del Centro Poblado Caspa - Parcialidad Huerta Parque.	24
Figura 02: Representación gráfica de los valores obtenidos para el parámetro de pH en los 3 puntos de muestreo.	33
Figura 03: Representación gráfica de los resultados obtenidos para el parámetro de temperatura en los 3 puntos de muestreo.	34
Figura 04: Representación gráfica de los valores obtenidos del parámetro de conductividad eléctrica correspondiente al muestreo.	36
Figura 05: Representación gráfica de los valores obtenidos para el parámetro de sólidos totales disueltos.	37
Figura 06: Representación gráfica de los resultados obtenidos para el parámetro de oxígeno disuelto en los 3 puntos de muestreo.	39
Figura 07: Multiparámetro Hanna, con capacidad de medición hasta 10 parámetros.	57
Figura 08: Llenado de la ficha de registro in situ.	57
Figura 09: Rotulado de los envases para el muestreo respectivo.	58
Figura 10: Toma de muestras para su traslado a laboratorio en el manantial de Jallpir Apacheta.	58
Figura 11: Medición de parámetros in situ, en el manantial Jallpir Apacheta.	59
Figura 12: Medición de parámetros in situ, en el manantial Wisk'alla Jaque.	59
Figura 13: Medición de parámetros in situ, en el manantial Jamachi Umaña P'uju.	60

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz De Consistencia.	49
Anexo 02: Resultados del laboratorio de parámetro microbiológico	50
Anexo 03: Normativa Utilizada	51
Anexo 04: Ficha de registro	52
Anexo 05: Cadena de custodia	53
Anexo 06: Registro de Identificación de Punto de Monitoreo	54
Anexo 07: Panel Fotográfico	57

RESUMEN

La presente investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua en manantiales de la parcialidad Huerta Parque del centro poblado Caspa, Juli – Puno, 2025” tuvo como objetivo principal determinar el grado de cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 1 – subcategoría A1 (uso poblacional y recreacional), establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, en los manantiales de dicha localidad. El estudio se realizó en los tres manantiales presentes en la parcialidad Huerta Parque, se centró en el análisis de parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto) y microbiológicos (presencia de *Escherichia coli*). Los resultados muestran que: pH(7.41, 7.63 y 7.52), temperatura (10.87 °C, 9.60 °C y 9.15 °C), conductividad eléctrica (655 $\mu\text{S/cm}$, 916 $\mu\text{S/cm}$ y 623 $\mu\text{S/cm}$), sólidos totales disueltos(327 mg/L, 458 mg/L y 312 mg/L) y oxígeno disuelto (5,72 mg/L, 5,55 mg/L y 5,89 mg/L) en los manantiales de Jallpir Apacheta, Wiskalla Jaque y Jamachi Umaña Pujú respectivamente, demuestran que cumplen con los ECA, a excepción del parámetro de oxígeno disuelto (5,72 mg/L, 5,55 mg/L y 5,89 mg/L) registró valores por debajo del mínimo establecido, posiblemente debido a condiciones naturales como la altitud y la presión atmosférica. En cuanto a los parámetros microbiológicos, dos de los manantiales Jallpir Apacheta (0 NMP/100 ml) y Jamachi Umaña P’uju(0 NMP/100 ml) cumplieron con los estándares establecidos; sin embargo, el manantial Wisk’alla Jaque presentó presencia de *E. coli* (0.5 NMP/100 ml), lo cual excede el valor permitido. Esta contaminación se relaciona principalmente con la cercanía de animales de pastoreo, lo que indica una fuente puntual de afectación. Por lo que se concluye que la calidad del agua en los manantiales evaluados no cumple plenamente con los estándares exigidos para uso poblacional, por lo que se vuelve necesario implementar medidas de control y mitigación orientadas a proteger la fuente hídrica y garantizar su seguridad para el consumo humano.

Palabras clave: Agua, Calidad, Fisicoquímicos, Manantiales, Microbiológicos.

ABSTRACT

The present research entitled "Evaluation of water quality in springs of the Huerta Parque district of the Caspa population center, Juli - Puno, 2025" had as its main objective to determine the degree of compliance with the Environmental Quality Standards (ECA) for water, category 1 - subcategory A1 (population and recreational use), established in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM, in the springs of said locality. The study was carried out in the three springs present in the Huerta Parque district, focused on the analysis of physicochemical parameters (pH, temperature, electrical conductivity, total dissolved solids and dissolved oxygen) and microbiological parameters (presence of *Escherichia coli*). The results show that: pH (7.41, 7.63 and 7.52), temperature (10.87 °C, 9.60 °C and 9.15 °C), electrical conductivity (655 $\mu\text{S} / \text{cm}$, 916 $\mu\text{S} / \text{cm}$ and 623 $\mu\text{S} / \text{cm}$), total dissolved solids (327 mg / L, 458 mg / L and 312 mg / L) and dissolved oxygen (5.72 mg / L, 5.55 mg / L and 5.89 mg / L) in the springs of Jallpir Apacheta, Wiskalla Jaque and Jamachi Umaña Pujú respectively, demonstrate that they comply with the ECA, except for the dissolved oxygen parameter (5.72 mg / L, 5.55 mg / L and 5.89 mg / L) recorded values below the minimum established, possibly due to natural conditions such as altitude and atmospheric pressure. Regarding microbiological parameters, two of the springs, Jallpir Apacheta (0 MPN/100 ml) and Jamachi Umaña P'uju (0 MPN/100 ml), met established standards; however, the Wisk'alla Jaque spring presented the presence of *E. coli* (0.5 MPN/100 ml), which exceeds the permitted value. This contamination is mainly related to the proximity of grazing animals, indicating a point source of impact. It is concluded that the water quality in the evaluated springs does not fully meet the standards required for public use. Therefore, it is necessary to implement control and mitigation measures aimed at protecting the water source and ensuring its safety for human consumption.

Keywords: Water, Quality, Physicochemical, Springs, Microbiological.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la supervivencia humana y el desarrollo de las comunidades. Su disponibilidad en condiciones adecuadas de calidad es fundamental para garantizar la salud pública, la seguridad alimentaria y el bienestar colectivo. En diversas regiones rurales del Perú, como el altiplano de Puno, las poblaciones aún dependen de fuentes naturales como los manantiales para su abastecimiento diario, muchas veces sin contar con evaluaciones técnicas que aseguren la calidad del recurso.

La parcialidad Huerta Parque, ubicada en el centro poblado Caspa del distrito de Juli, constituye una zona donde los manantiales representan una fuente primaria de agua para el consumo doméstico. No obstante, estas fuentes pueden estar expuestas a contaminación por actividades humanas o factores ambientales, lo que podría comprometer su calidad y generar riesgos sanitarios.

En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales de esta zona, en base a los criterios establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, definidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, específicamente en su categoría 1, destinada al uso poblacional y recreacional.

El estudio busca determinar el grado de cumplimiento de dichos estándares, identificar posibles riesgos para la salud pública y aportar evidencia técnica que permita orientar estrategias de gestión sostenible del recurso hídrico en la comunidad evaluada.

El presente trabajo de investigación se organiza en cuatro capítulos. El Capítulo I comprende el planteamiento del problema, los antecedentes relevantes y los objetivos que guían el estudio. En el Capítulo II se desarrolla el marco teórico y conceptual, así como la formulación de la hipótesis. El Capítulo III detalla la metodología aplicada para la recopilación y análisis de la información. Finalmente, el Capítulo IV contiene la presentación, interpretación y discusión de los resultados obtenidos, a partir de los cuales se plantean conclusiones y propuestas orientadas a la gestión adecuada de los manantiales en la zona de estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua a nivel mundial es un elemento fundamental para la vida, se presenta como un recurso finito en el planeta con una población en constante crecimiento, a pesar de contar con abundantes recursos de agua dulce y una gran variedad de ecosistemas acuáticos, la disponibilidad de agua dulce en América del Sur presenta grandes diferencias entre países y regiones. El crecimiento acelerado de la población, el turismo y el desarrollo rural, entre otros factores, proyectan un incremento del 70% en la demanda de agua para el año 2025. actualmente persisten desafíos relacionados con la cobertura y eficiencia del suministro de agua, la contaminación descontrolada, la sobreexplotación de acuíferos, la degradación de los recursos hídricos y los ecosistemas marinos y costeros, la dificultad para garantizar la seguridad alimentaria y la vulnerabilidad de la población, especialmente de los sectores más desfavorecidos, ante los desastres naturales (Kyoto, 2003).

En el Perú sólo se tiene un 29,1 % de tratamiento de aguas residuales domésticas, las aguas residuales no tratadas contaminan el ambiente a través de las cuencas atmosféricas e hidrográficas, ingresando a la cadena trófica y poniendo en riesgo la salud humana debido a la presencia de enfermedades transmisibles de origen hídrico, como las asociadas a vectores y roedores. A finales del siglo XX, sólo el 3% de la población peruana tenía acceso a agua segura (Villena, 2018).

La región Puno se enfrenta a un desafío significativo en el suministro de agua potable, intensificándose por el crecimiento demográfico y la pobreza. La falta de tratamiento de

aguas residuales domésticas en numerosas ciudades y localidades, que son vertidas directamente en los cuerpos de agua cercanos, agrava la situación. Este panorama, en combinación con el crecimiento poblacional y la pobreza, ha generado un aumento de la contaminación del agua en los últimos años, constituyendo un problema de salud pública. La calidad deficiente del agua potable contribuye al incremento de diversas enfermedades, particularmente en las poblaciones más vulnerables (Ramirez, 2020).

El agua que se considera segura para el consumo humano es aquella que ha sido adecuadamente tratada y mantenida en las mejores condiciones posibles para el uso poblacional o recreativo, principalmente para consumo humano. Por tal razón, identificamos como problema principal de nuestra investigación, que a la falta de datos claros de la calidad de agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque que es la fuente principal de captación de agua que llega a las viviendas de los pobladores de la parcialidad Huerta Parque, es de vital esta información a fin de determinar la calidad de agua y dar a conocer a las autoridades competentes los resultados de esta investigación que les permitirá tomar las acciones que sean necesarias para adecuar el mantenimiento y/o tratamiento del agua para consumo humano.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL.

¿En qué medida la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional según el D.S. N°004-2017-MINAM ?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

- ¿La concentración de los parámetros físico químicos en las aguas de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque cumplirán con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional según el D.S. N°004-2017-MINAM ?
- ¿La concentración de los principales parámetros microbiológicos en las aguas de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque cumplirán con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional según el D.S.

N°004-2017-MINAM ?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Pauta et al. (2019), en su investigación sobre la calidad del agua de los ríos Tarqui, Yanuncay, Machángara y Tomebamba en Cuenca, Ecuador, evaluó 18 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a través de nueve campañas de monitoreo. Se tomaron muestras en diferentes zonas de cada río y se midieron in situ algunos parámetros. Los resultados indican que la calidad del agua es adecuada para diversos usos en las áreas de captación, pero disminuye aguas abajo debido a descargas de aguas residuales y factores naturales. La presencia de E. Coli es el principal indicador de la calidad. Durante sequías, la calidad se ve más afectada por la reducción del oxígeno disuelto y el aumento de temperatura y contaminantes. En épocas de lluvia, se observó un incremento en turbidez y nutrientes. En general, los ríos presentan mejor calidad en condiciones de flujo medio, lo que permite evaluar el sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad.

Arias et al. (2024). en su estudio denominado "Evaluación de la calidad del agua servida por potabilizadora a Santiago de Cuba" analiza la calidad del agua que suministra la potabilizadora Altos de Quintero a la ciudad de Santiago de Cuba mediante el estudio de cinco consumidores. Al agua de los seis centros analizados se les determinó su calidad por la medición de los parámetros: pH, color, turbidez, cloro libre residual y determinación de coliformes totales y fecales, resultando La Colonia, La Cervecería Hatuey y el Combinado Lácteo las entidades en las cuales el cloro libre residual y la turbidez se encuentran fuera de norma en algunas ocasiones. Las afectaciones de la calidad del agua potable procedente de la potabilizadora se deben fundamentalmente al deterioro de la infraestructura de las redes de abastecimiento y a las malas condiciones de almacenamiento del líquido en las instituciones antes mencionadas. Se presentan opciones para garantizar que se mantenga la calidad del agua en los diferentes centros de consumo y se propone un modelo predictivo que posibilita determinar el tiempo

máximo que garantiza el mínimo nivel de cloro residual libre permisible que debe disponer una fuente consumidora.

1.2.3. ANTECEDENTES NACIONALES

Machaca (2021), con el objetivo de evaluar la calidad físico-química, microbiológica y biológica del agua de la laguna de Pacucha para fines agrícolas, cuyos objetivos específicos fueron: Analizar los parámetros físico-químicos, determinar los parámetros microbiológicos y determinar los parámetros biológicos, todos estos para el uso en acuicultura en la laguna de Pacucha. Para la evaluación respectiva se tomaron cuatro puntos de control que se dividieron alrededor de la laguna, por un periodo de tres meses (mayo, junio y julio) del año 2022. Los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros físicos que se evaluaron in situ fueron la transparencia (4 a 5.04 m) y temperatura (15.8 °C a 17.8 °C), los parámetros químicos evaluados con el Kit LaMotte AQ-2 fueron: alcalinidad ± 101.3 ppm, amoníaco ± 0.5 ppm, CO₂ ± 2.8 ppm, nitrito ± 0.02 ppm, pH ± 7.8 , Cloruro ± 11 ppm, dureza ± 111.8 ppm y OD ± 6.84 ppm. Para los análisis microbiológicos se tomaron muestras en bolsas esterilizadas donde se observó una amplia diferencia entre los meses de muestreo de 88.65 a 1859.6 NMP/100mL. En cuanto al análisis biológico se utilizó red de plancton de 10 y 60 micras donde se identificó tres especies de zooplancton y ocho especies de fitoplancton. Con los valores obtenidos se concluye que las aguas de la laguna de Pacucha son aptas para la acuicultura.

Salazar (2020), con la finalidad de conocer la situación actual de la calidad del agua de la laguna de Punrun, en la que mediante la toma de medidas in situ con un multiparámetro HANNA HI 98194, se determinó el pH, conductividad, OD, en los tres puntos de muestreo obteniéndose resultados de 7,74 pH, 7,59 pH y 7,78 pH; 225 μ S/cm, 222 μ S/cm y 407 μ S/cm; 1,61 ppm; 2,69 ppm y 2,69 ppm respectivamente que están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua de consumo humano, luego se tomaron muestras en los tres puntos mencionados en frascos etiquetados y enjuagados con la misma agua de muestra y trasladados al laboratorio conforme indica la norma, para su respectivo análisis físico-químico, cuyos resultados se hizo posible determinar las

condiciones de calidad del agua, relacionando los resultados con los ECA. Los resultados permitieron concluir que el agua de la laguna de Punrun si es apta para consumo humano.

Cerna et al., (2022), evaluaron la calidad del agua superficial para riego en la cuenca Huallaga, utilizando datos de monitoreo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) entre 2014 y 2019. Se analizaron 139 puntos de monitoreo y 41 parámetros, calculando el Índice de Calidad de Agua peruano (ICA – PE) en base a los estándares de calidad ambiental. De los puntos evaluados, el 18,71% presentó calidad excelente, el 44,60% buena, el 25,18% regular, el 9,35% mala y el 2,16% pésima. Los principales contaminantes fueron los Coliformes Termotolerantes y Escherichia coli, que superaron el ECA en 606 y 288 veces, respectivamente. Además, el 100% de las mediciones de clordano excedieron los estándares, y el 40% de las mediciones de Endrín, Aldrín y DDT también lo hicieron. Se encontraron problemas de pH en el 25,6% de las muestras, y los niveles de manganeso, hierro y aluminio superaron los ECA en 17,7%, 13,3% y 11,2%, respectivamente. Las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales agrícolas y municipales, así como residuos sólidos en puntos críticos.

Morales et al., (2021), tuvieron como objetivo de estudio caracterizar el agua de los lagos de las comunidades nativas Tunants y Yahuahua, ubicados en la provincia de Condorcanqui, Amazonas, Perú, con el fin de conservar el ambiente acuático y promover su uso ecoturístico. Se establecieron dos puntos de muestreo, uno en cada lago, y las evaluaciones se realizaron durante la temporada lluviosa, analizando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los principales hallazgos indican que ambos lagos tienen un pH de 7. En cuanto a la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), la mediana fue de 1.8 mg/L de O₂ para el lago Tunants y 1.45 mg/L de O₂ para el lago Yahuahua, presentando una correlación negativa con los sulfatos. Se detectó la mayor concentración de metales pesados, específicamente Zinc, con 0.0375 ppm en el lago Yahuahua. El análisis microbiológico reveló una concentración de coliformes totales superior a 1600

NMP/100mL, y se encontró E. coli, lo que sugiere contaminación por heces de animales o humanos, posiblemente debido al arrastre de partículas durante las lluvias..

1.2.3. ANTECEDENTES REGIONALES Y LOCALES

Condori (2021), evaluó la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano en la comunidad de San Salvador Llachacata - Huancané, durante septiembre, octubre y noviembre de 2021. Se utilizaron protocolos establecidos para la recolección y análisis de muestras, comparando los resultados con las normas ECA para agua, categoría 1. Los resultados físico químicos mostraron que la conductividad eléctrica osciló entre 1160 y 1732.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los sulfatos entre 300 mg/l y 360 mg/l, ambos superando los límites establecidos por las normas ECA (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para conductividad y 250 mg/l para sulfatos). El pH se mantuvo entre 7.33 y 7.63, la dureza entre 30.67 mg/l y 44.67 mg/l, y los nitratos presentaron valores de 0 mg/l a 1 mg/l. En cuanto a los resultados microbiológicos, se encontraron coliformes totales en un rango de 9 NMP/100 ml a 230 NMP/100 ml, excediendo el límite normativo de 50 NMP/100 ml. Las coliformes termotolerantes mostraron valores inferiores a 3. Se concluye que la calidad del agua en San Salvador Llachacata no es apta para el consumo humano debido a la superación de los límites de conductividad eléctrica, sulfatos y coliformes totales.

Alcca (2023), en su estudio evaluó la calidad del agua para consumo humano en manantiales de las comunidades de Quipata - Totorpujo, Jjaquejihuata, Plaza de Armas y el estadio de Platería, analizando un total de 43 parámetros (38 fisicoquímicos y 5 microbiológicos) según los estándares de calidad ambiental ECA - DS N° 004-2017-MIN. Los resultados físico químicos mostraron que solo uno de los manantiales cumplió con los parámetros establecidos, mientras que ninguno cumplió con los estándares microbiológicos. Específicamente: el manantial Quipata - Totorpujo: No cumplió con 3 parámetros, incluyendo Oxígeno Disuelto (1.90 mg/L), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (1.8 NMP/100 ml); el manantial Plaza de Armas: No cumplió con 5 parámetros, como Oxígeno Disuelto (4.47 mg/L), Fósforo Total (0.30 mg/L), Potencial de Hidrógeno (8.57), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (2 NMP/100

ml); el manantial Estadio de Platería: No cumplió con 10 parámetros, incluyendo Temperatura (15.6 °C), Oxígeno Disuelto (1.20 mg/L), Fósforo Total (1.15 mg/L), Amoníaco-N (9.61 mg/L), Arsénico (0.0181 mg/L), Hierro (0.806 mg/L), Manganeseo (0.40652 mg/L), Demanda Química de Oxígeno (78.3 mg/L), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (2 NMP/100 ml) y el manantial Jjaquejihuata: No cumplió con 2 parámetros, incluyendo Arsénico (0.0012 mg/L) y Escherichia coli (1.8 NMP/100 ml). En conclusión, la mayoría de los manantiales evaluados presentan deficiencias significativas en calidad fisicoquímica y microbiológica, lo que compromete su aptitud para el consumo humano.

Condori (2020), en su estudio se propuso determinar diversos parámetros de calidad del agua en la laguna Orurillo, las muestras se tomaron en cuatro puntos a diferentes distancias de la laguna, siguiendo el D. S. No. 031-2010-SA del MINSA. Los resultados fisicoquímicos mostraron: pH: 7.68 a 8.02, Conductividad eléctrica: 2.279 a 4.576 mS/cm, Alcalinidad: 92.09 a 136.19 mg/l, Cloruros: 91.15 a 224.19 mg/l, Nitritos: 0.03 mg/l, Nitratos: 0.04 a 0.40 mg/l, Sulfatos: 1019.91 a 1719.75 mg/l. En cuanto a los resultados microbiológicos, los niveles de coliformes termotolerantes fueron de 31 a 982.50 NMP/100 ml, mientras que los niveles de cadmio y plomo fueron de 0.002 mg/l y entre 0.01 a 0.014 mg/l, respectivamente. El análisis mediante el lenguaje de programación PROLOG indicó que el agua sobrepasa los estándares de calidad ambiental (ECA). Se concluye que las muestras de agua de la laguna Orurillo no son aptas para la conservación de ambientes acuáticos, y se recomienda mejorar las políticas de gestión ambiental acuática.

Ramirez (2020), en su investigación "Determinación de la Calidad del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019" tuvo como objetivo analizar y comparar si el agua potable del distrito cumple con los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos en el D.S. 004 – 2017 MINAM para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Se tomaron muestras de agua en tres puntos de muestreo, utilizando métodos estandarizados para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados físico químicos mostraron los

siguientes parámetros en el agua potable de Paucarcolla: pH: 6.7 a 7.7, Dureza: 160.67 a 174.62 mg/l, Cloruros: 23.96 a 49.91 mg/l, Sulfatos: 30.00 a 78.00 mg/l y Conductividad: 304.0 a 308.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En cuanto a los parámetros microbiológicos, los coliformes totales (CT) se encontraron por debajo de 20 col/100 ml y los coliformes termotolerantes por debajo de 50 col/100 ml, ambos cumpliendo con los límites establecidos por las ECA. Las conclusiones indican que el agua es apta para el consumo humano, previa al tratamiento, ya que cumple con los estándares en los puntos de muestreo analizados, aunque el agua en la captación no cumple con estos valores, lo que requiere atención.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los manantiales de la parcialidad Huerta Parque, en cumplimiento con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional según el D.S. N° 004-2017-MINAM.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.
- Determinar la concentración de los principales parámetros microbiológicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. EL AGUA

El agua es uno de los elementos naturales más ampliamente disponibles y esencial para la existencia, su calidad es un factor que influye directamente en la preservación de los ecosistemas y el bienestar de las personas, el uso del agua tiene diferentes fines (ANA, 2018).

Este líquido está formado de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno y es también un componente central para la economía, ya que se utiliza en la producción de alimentos y de otros bienes y servicios. Esto nos lleva a pensar en los efectos de nuestras actividades en el medio ambiente, la contaminación de ríos, mares y otros cuerpos de agua, los cuales se pueden estudiar con ayuda de varias disciplinas de las ciencias y humanidades.

2.1.2. IMPORTANCIA DEL AGUA

El agua es esencial para la vida y la economía de cualquier región del mundo. Su distribución es un desafío complejo, ya que debe satisfacer las necesidades de diversos usuarios, incluyendo el medio ambiente. Durante mucho tiempo, se consideraba que los recursos hídricos estaban disponibles para cualquier uso humano, sin importar su calidad o las necesidades ambientales. Sin embargo, la realidad es que el agua es un recurso limitado y cada vez más demandado. La agricultura es el sector que más agua consume, utilizando dos tercios de los recursos disponibles. A medida que el turismo, las ciudades y la industria crecen, la competencia por el agua se intensifica. Las fuentes de agua se dividen en superficiales y subterráneas. La disponibilidad de cada tipo de fuente

determina su uso. Las aguas superficiales, como ríos y lagos, ofrecen grandes cantidades de agua a corto plazo, mientras que las aguas subterráneas, almacenadas en acuíferos, son más estables, al menos a mediano plazo (Fernández, 2012).

2.1.3. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua se determina por una serie de factores que limitan su uso. Aunque muchos usos comparten ciertos requisitos, cada uno tiene sus propias exigencias e influencias sobre la calidad del agua. La composición del agua superficial y subterránea depende de diversos factores naturales (geológicos, topográficos, meteorológicos, hidrológicos y biológicos) de la cuenca de drenaje. Esta composición fluctúa según las variaciones estacionales en el volumen de escorrentía, las condiciones climáticas y los niveles de agua (Huamani, 2019).

Las acciones que realizamos los humanos también afectan la calidad del agua. A veces, construimos presas o cambiamos el curso de los ríos, lo que altera el flujo natural del agua. Para asegurarnos de que el agua esté limpia y saludable, hay que vigilar o monitorear de cerca. Esto incluye tomar medidas en el lugar, recolectar muestras de agua y analizarlas en el laboratorio. Luego, los expertos estudian los resultados y nos informan si hay algún problema (Huamani, 2019).

2.1.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La contaminación del agua se refiere a la alteración de la calidad del agua debido a la introducción de sustancias nocivas, como químicos, microorganismos o residuos, que la hacen inadecuada para su uso por parte de los seres vivos. Esta contaminación puede provenir de diversas fuentes, como la actividad industrial, la agricultura, las aguas residuales urbanas y la actividad minera. Las consecuencias de la contaminación del agua son variadas y graves, incluyendo la afectación a la salud humana, el daño a los ecosistemas acuáticos y la reducción de la disponibilidad de agua potable.

2.1.5. POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Los sistemas de suministro de agua potable no tratada, o con un tratamiento insuficiente, continúan representando la principal amenaza para la salud pública, especialmente en

los países en desarrollo, donde casi la mitad de los habitantes consumen agua contaminada (Arias et al., 2024).

2.1.6. MANANTIALES

Los manantiales son afloramientos naturales de agua subterránea, jugando un papel crucial en el ciclo del agua al conectar las reservas subterráneas con la superficie. De hecho, muchos ríos nacen de manantiales. La salud de un manantial refleja la del acuífero del que proviene. La sobreexplotación de las aguas subterráneas puede disminuir o incluso agotar los manantiales, mientras que la contaminación del acuífero inevitablemente afecta la calidad del agua del manantial. En algunos casos, se realizan bombeos controlados en el acuífero para regular el caudal de un manantial irregular, optimizando así el uso de los recursos hídricos

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. AGUA

Es el componente más abundante de la superficie terrestre y un elemento vital para los procesos biológicos, químicos y físicos que permiten la existencia de los ecosistemas y el bienestar humano. El agua es un recurso natural renovable que forma parte de los ciclos hidrológicos del planeta, indispensable para el equilibrio de los ecosistemas y el desarrollo socioeconómico (Alcca, 2023).

2.2.2. CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

Conjunto de acciones sistemáticas destinadas a verificar que el recurso hídrico cumple con los criterios físicos, químicos y microbiológicos, necesarios para garantizar su seguridad y aptitud para el uso previsto, especialmente el consumo humano. Teniendo en cuenta que este control es variable en tiempo y espacios para suministros pequeños sobre todo a nivel rural (Pauta et al. 2019).

2.2.3. ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AGUA

Establece los niveles de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos que no representan

riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente, especialmente para el consumo humano (ANA, 2016).

2.2.4. PARAMETROS FISICO QUIMICOS

Los análisis físico-químicos del agua revelan la composición y características de las sustancias químicas presentes, así como sus propiedades físicas. La ventaja de los métodos físico-químicos radica en su rapidez y capacidad de monitoreo frecuente. (Samboni et al., 2007).

2.2.5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1998), es fundamental que el agua destinada al consumo humano esté libre de microorganismos patógenos. La presencia de bacterias indicativas de contaminación fecal, como *Escherichia coli*, es un signo inequívoco de que el agua no es segura para beber.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, para uso poblacional y recreacional.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros físicoquímicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- Los principales parámetros microbiológicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio será la parcialidad Huerta Parque del centro poblado Caspa, Distrito de Juli, provincia de Chucuito y departamento de Puno. Ubicado en el altiplano peruano a una altura de 3854 m.s.n.m.



Figura 01: Ubicación geográfica del Centro Poblado Caspa - Parcialidad Huerta Parque.

Fuente: Google EARTH

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La población de esta investigación utiliza el agua como medio principal de estudio, el agua procedente de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque la cual cuenta con 3 manantiales.

3.2.2. MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el muestreo de esta investigación se tomó en cuenta los tres manantiales, la muestra es de tipo puntual, la cual consiste en tomar una porción de agua por punto determinado por lo tanto es un análisis individual. (protocolo de monitoreo de aguas). En el área de estudio se tomarán 2 muestras de 1 litro por cada punto de evaluación; son 3 puntos de monitoreo.

Tabla 01: Descripción de los puntos donde se toman las muestras

N°	DENOMINACIÓN	COORDENADAS UTM
1	PM1	Zona 19S E= 0444422 N=8201542
2	PM2	Zona 19S E= 0444764 N=8201623
3	PM3	Zona 19S E= 0444521 N=8201446

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación: Es de tipo no experimental ya que tiene un enfoque descriptivo, los resultados son numéricos con base científica para realizar el análisis de los resultados y proceder a la interpretación.

Diseño de la investigación: Es descriptivo transversal, se enfoca en observar, registrar y analizar la realidad tal como se presenta, sin manipular variables.

3.3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, donde los resultados obtenidos, expresados en valores numéricos, fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) establecidos para el agua. Este enfoque cuantitativo permitió realizar un análisis preciso del grado de cumplimiento o desviación con respecto a los estándares ambientales predefinidos. La evaluación de la calidad del agua se realizó de manera rigurosa en función de parámetros específicos, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones y la implementación de medidas correctivas, según fuera necesario (Hernández et. al, 2014).

3.3.3. MÉTODO

La presente investigación se abordó desde una perspectiva cuantitativa orientada a la evaluación objetiva de la calidad del agua en manantiales. Desde el inicio, se plantearon proposiciones que guiaron el estudio, las cuales fueron comprobadas mediante la obtención de datos empíricos recolectados directamente en campo.

Para ello, se aplicaron técnicas de medición enfocadas en registrar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, expresados en valores numéricos. Este enfoque permitió no solo describir las condiciones del recurso hídrico en los puntos evaluados, sino también analizar las relaciones entre los distintos indicadores que determinan su calidad. De esta manera, se logró generar una interpretación técnica basada en resultados verificables y contrastables con los estándares establecidos para el agua destinada al consumo humano.

3.3.4. TÉCNICAS

Para la investigación se aplicaron técnicas como:

- **Diagnóstico inicial:** en esta etapa se realizó el diagnóstico del lugar estudio mediante la observación directa, tales como los accesos, nivel de terreno, entre otros.

- **Evaluación de la calidad del agua:** Se realizó la medición de los parámetros fisicoquímicos respectivos con el multiparámetro HANNA.

3.3.5. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS

Tabla 02: Instrumentos de recolección de datos

INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS	UTILIZACIÓN
GPS	Geolocalización.
Multiparámetro HANNA	Determinará la T° y pH, C.E, OD, STD.
Camara fotografica	Evidencia el trabajo de campo
Laptop	Tratamiento de datos
Frascos o Botellas	Para recolectar muestras de agua
Fichas de registro de campo	Toma de datos
Cadena de custodia	Fin de hacer seguimiento a la muestra
Tablero	Toma y registro de datos
Cinta Masking tape	Rotular muestras
Rotulador/ Plumon indeleble	Rotular muestras

3.3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar el muestreo del agua, seguimos las instrucciones del Protocolo Nacional de Calidad de Recursos Hídricos del 2016 (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). Tomamos y manejamos las muestras con mucho cuidado.

Seguiremos los siguientes pasos:

- Ubicación de puntos de muestreo (anexo 6)

Determinamos la ubicación de los puntos de muestreo en los manantiales Jallpir Apacheta considerando la importancia del cuerpo de agua para el consumo humano, así como la accesibilidad y facilidad de transporte a los puntos de muestreo. Además, se ha definido el registro de la información de estos puntos utilizando coordenadas UTM, con la ayuda de un sistema de posicionamiento satelital (GPS), lo que permitirá un

posicionamiento preciso. Este enfoque garantizará la recopilación de datos confiables y la evaluación precisa de la calidad del agua en los manantiales Jallpir Apacheta.

b. Actividades preliminares antes del trabajo de campo

Antes de salir a tomar las muestras de agua, nos aseguramos de tener todo lo necesario: revisamos el equipo de laboratorio, el plan de trabajo, los formularios, los equipos portátiles, el mapa de los puntos de muestreo, el transporte y las baterías. Para asegurar una recolección de muestras efectiva..

c. Desarrollo de actividades en el terreno

- Se registraron las coordenadas del punto de muestreo y se especificó el sistema al que corresponden.
- Se prepararon los frascos necesarios de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- Se etiquetaron los frascos correctamente. Para transportarlos, se utilizarán coolers para evitar la contaminación.
- Las muestras se almacenaron en posición vertical en el cooler, asegurando que los frascos estén protegidos para evitar roturas.
- Al finalizar la campaña de muestreo, las muestras de agua se transportaron al laboratorio en un recipiente térmico para mantenerlas refrigeradas, acompañadas de la cadena de custodia (anexo 4).

3.3.7. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Las muestras de agua serán recolectadas en botellas de plástico, seleccionadas en base a los parámetros a analizar. El tamaño de muestra necesario fue determinado según el método analítico empleado por el laboratorio responsable del análisis.

Objetivo específico 1: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS:

Las muestras de agua se toman en frascos de plástico directamente del cuerpo de agua, después de enjuagar el frasco con una pequeña cantidad de muestra, agitarlo y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este proceso se realiza para eliminar posibles

sustancias que podrían estar presentes en el interior del frasco y que podrían alterar los resultados. Las muestras se toman en el punto medio donde la corriente sea homogénea donde evitaremos aguas estancadas y poco profundas del cuerpo de agua. Llenamos lentamente cada frasco para evitar coleccionar suciedad o sedimentos del fondo.

Se procederá a tomar los datos in situ.

Tabla 03: Metodología de los parametros fisicos y quimicos

PARÁMETROS A EVALUAR	EVALUACIÓN	METODOLOGÍA
pH	In situ	Multiparametro
Temperatura	In situ	Multiparametro
Conductividad eléctrica	In situ	Multiparametro
Sólidos Totales Disueltos	In situ	Multiparametro
Oxígeno Disuelto	In situ	Multiparametro

Objetivo específico 2. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

Las muestras de agua se toman en frascos de plástico directamente del cuerpo de agua, después de enjuagar el frasco con una pequeña cantidad de muestra, agitarlo y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este proceso se realiza para eliminar posibles sustancias que podrían estar presentes en el interior del frasco y que podrían alterar los resultados. Las muestras se toman en el punto medio donde la corriente sea homogénea donde evitaremos aguas estancadas y poco profundas del cuerpo de agua. Llenamos lentamente cada frasco para evitar coleccionar suciedad o sedimentos del fondo, dejamos un 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias. Para el correcto traslado de muestras al laboratorio, las muestras serán refrigeradas y almacenadas con sumo cuidado hasta su entrega al laboratorio, debido a que las temperaturas por encima de los 6°C, así como la luz podría provocar la difusión de microorganismos dentro de cada frasco.

Tabla 04: Metodología de los parámetros microbiológicos

PARÁMETRO	EVALUACIÓN	MÉTODO
<i>Escherichia Coli</i>	Laboratorio	Laboratorio

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente:

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Variable dependiente:

Calidad del agua

Tabla 05: Identificación de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
<u>Independiente</u> Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Física	Temperatura	°C
		Conductividad eléctrica	µs/cm
		Sólidos Totales Disueltos	mg/l
	Química	pH	Unidad de pH
		Oxígeno Disuelto	mg/l
	Microbiológica	<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100 ml
<u>Dependiente</u> Calidad del agua	ECA agua	Cumplimiento	

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para la investigación se empleó un enfoque estadístico descriptivo, incorporando medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar y

varianza). Además, se identificaron valores atípicos con el fin de obtener una caracterización precisa de la distribución y variabilidad de la información. Los resultados se han comparado con los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua mediante el D.S. N° 004-2017-MINAM enfocado en la categoría 1 poblacional y recreacional (ver anexo 2).

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados que se obtuvieron durante el proceso de investigación, por lo que principalmente se dividen en dos partes, asimismo los resultados se exponen de manera gráfica los diversos análisis realizados.

4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

“Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM”

4.1.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

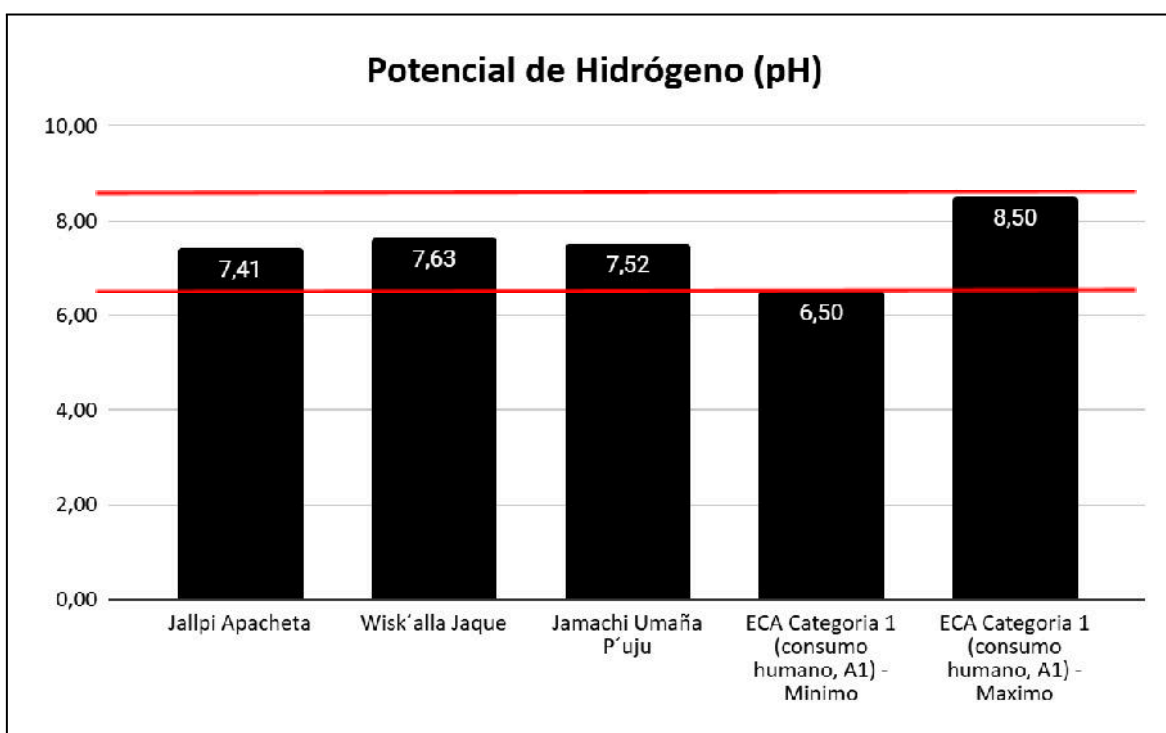


Figura 02: Representación gráfica de los valores obtenidos para el parámetro de pH en los 3 puntos de muestreo.

Tabla 06: Valores obtenidos de Potencial de Hidrógeno

Potencial de Hidrógeno (pH)				
Jallpir Apacheta	Wisk'alla Jaque	Jamachi Umaña P'uju	ECA Categoría 1 (consumo humano, A1) - Mínimo	ECA Categoría 1 (consumo humano, A1) - Máximo
7,41	7,63	7,52	6,5	8,5

De acuerdo a la tabla 06 los resultados obtenidos en los puntos de muestreo para el parámetro de pH fueron de 7,41 en el manantial de Jallpir Apacheta, 7,63 en Wisk'alla Jaque y 7,52 en Jamachi Umaña P'uju, considerando estos valores obtenidos y tomando como referencia la normativa vigente sobre los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 1 "poblacional y recreacional", donde indica que en valor mínimo debe ser de 6,5 unidades de pH y como valor máximo 8,5 unidades de pH, por lo cual los

resultados obtenidos durante el proceso e investigación indican que respecto al parámetro de pH se encuentran dentro de los parámetros establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Estos resultados obtenidos respecto al parámetro de potencial de hidrógeno guardan relación con lo que sostiene Condori (2021), donde obtuvo valores de 7.33 hasta 7.63 de unidades de pH, estos valores indican que el agua es considerada aún apta para consumo humano, Asimismo en el estudio de Ramirez (2020), en sus resultados obtuvo valores de 6.70 hasta 7.70 unidades de pH, indicando que el agua se encuentra dentro de los parámetros establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde indica que el agua apta para consumo debe oscilar entre 6.50 a 8.50 unidades de pH.

4.1.2. TEMPERATURA (T°)

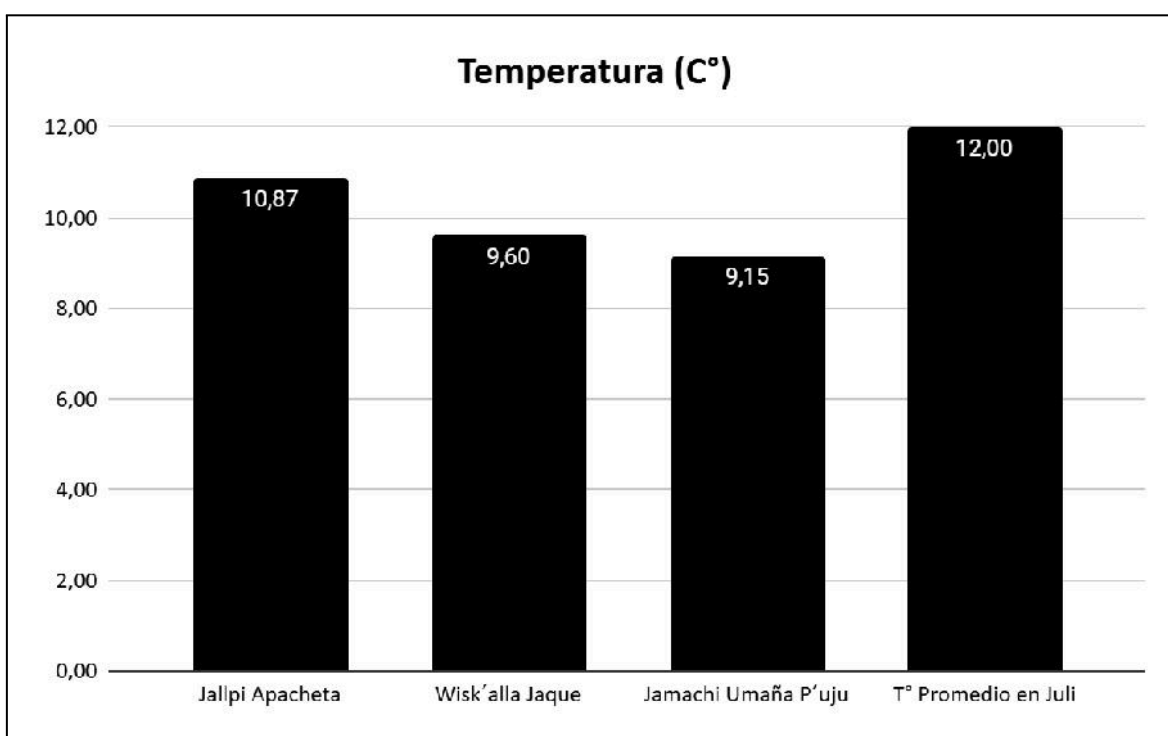


Figura 03: Representación gráfica de los resultados obtenidos para el parámetro de temperatura en los 3 puntos de muestreo.

Tabla 07: Valores obtenidos del parámetro temperatura.

Temperatura (C°)				
Jallpir Apacheta	Wisk'alla Jaque	Jamachi Umaña P'uju	ECA Categoría 1 (consumo humano, A1)	T° Promedio en aguas subterráneas Juli
10,87	9,60	9,15	Δ 3	12

Los resultados que se obtuvieron durante la investigación para el parámetro de temperatura en los 3 puntos de muestreo fueron de 10,87 °C en el manantial de Jallpir Apacheta, 9,60 °C en Wisk'alla Jaque y 9,15 en Jamachi Umaña P'uju, según los estándares de calidad ambiental para agua puede existir una variación de 3°C con respecto al promedio, y teniendo en cuenta que las aguas subterráneas o manantiales en la provincia de Chucuito - Juli son de aproximadamente 12°C, de manera que los resultados obtenidos muestran que se encuentran dentro del rango de variación. Estos valores indican que el agua de los manantiales para consumo humano es beneficiosa, debido a que el cuerpo absorbe más rápidamente cuando la temperatura es baja.

Estos resultados obtenidos guardan relación con la investigación que hizo Alcca (2023), donde obtuvo un valor promedio de 15.6°C para el parámetro de temperatura, el valor encontrado supera los ECA, debido a que no se cumple la variación de 3°C con respecto a su promedio.

4.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

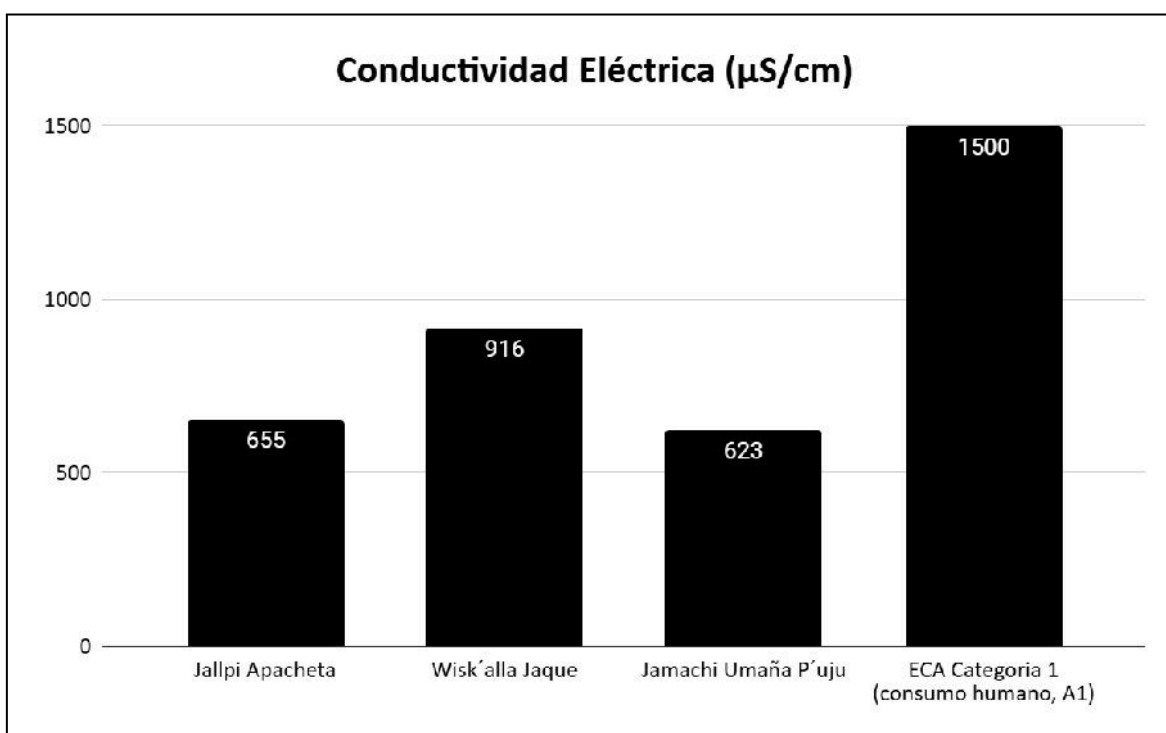


Figura 04: Representación gráfica de los valores obtenidos del parámetro de conductividad eléctrica correspondiente al muestreo.

Tabla 08: Valores obtenidos de conductividad eléctrica (CE)

Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)			
Jallpir Apacheta	Wisk'alla Jaque	Jamachi Umaña P'uju	ECA Categoría 1 (consumo humano, A1)
655	916	623	1500

Los resultados que se obtuvieron para el parámetro de conductividad eléctrica fueron de $655 \mu\text{S/cm}$ en el manantial de Jallpir Apacheta, $916 \mu\text{S/cm}$ en Wisk'alla Jaque y $623 \mu\text{S/cm}$ en Jamachi Umaña P'uju, estos resultados nos demuestra que las concentraciones de iones de sodio presenten en las aguas de dichos manantiales se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 (poblacional o recreacional, subcategoría A1) que cuyo valor es de $1500 \mu\text{S/cm}$, las

concentraciones bajas identificadas en la investigación indican que hay pocos sólidos disueltos lo que indica que el agua es más pura.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Ramirez (2020), en su investigación realizada en el distrito de Paucarcolla obtuvo valores de 304 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 308 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el parámetro de conductividad eléctrica. Por otro lado Condori (2021) en su estudio realizado en la comunidad San Salvador de Huancané, obtuvo valores de 1160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1732.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$, superando el ECA en el segundo valor obtenido, lo que indica una presencia de iones de sodio en el agua y necesita tratamiento.

4.1.4. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)

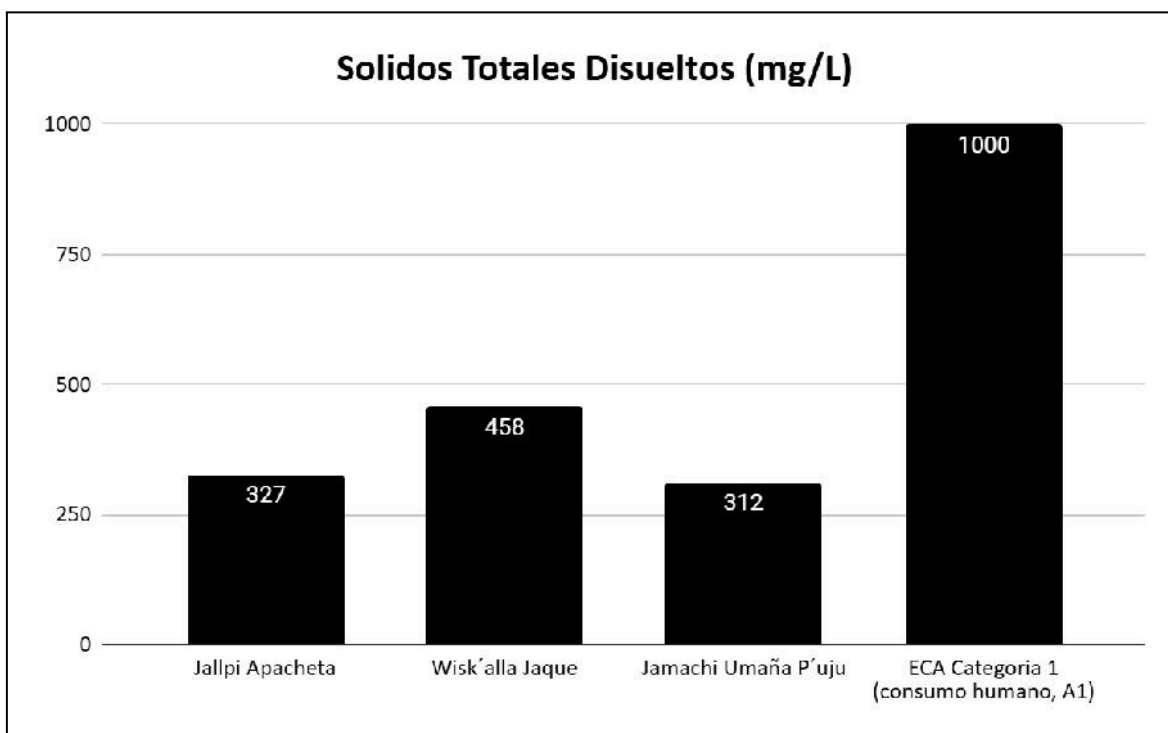


Figura 05: Representación gráfica de los valores obtenidos para el parámetro de sólidos totales disueltos.

Tabla 09: Valores obtenidos de sólidos totales disueltos (TDS)

Sólidos Totales Disueltos (mg/L)			
Jallpir Apacheta	Wisk'alla Jaque	Jamachi Umaña P'uju	ECA Categoría 1 (consumo humano, A1)
327	458	312	1000

Los resultados obtenidos en la investigación para el parámetro de sólidos totales disueltos fueron 327 mg/L en el manantial de Jallpir Apacheta, 458 mg/L en Wisk'alla Jaque y 312 mg/L en Jamachi Umaña P'uju, realizando una comparación estos resultados con la normativa vigente respecto a los estándares de calidad ambiental para agua se observa que para la categoría 1 (poblacional o recreacional, subcategoría A1) 1000 mg/L, agua para consumo humano con tratamiento convencional se encuentra dentro de los parámetros establecidos, esto indica que el agua de los manantiales es limpia relativamente más limpia y pura.

Estos resultados obtenidos en la investigación guardan cierta relación con lo que sustenta Condori (2021), donde obtuvo un valor promedio de 360 mg/L en la comunidad de San Salvador, por lo que se encuentran dentro de los ECA para agua categoría 1 A1, por otro lado Alcca (2023), en los manantiales de las comunidades del distrito de Platería, obtuvo valores de 450 mg/L, de manera que se encuentra dentro de los ECA.

4.1.5. OXÍGENO DISUELTO (OD)

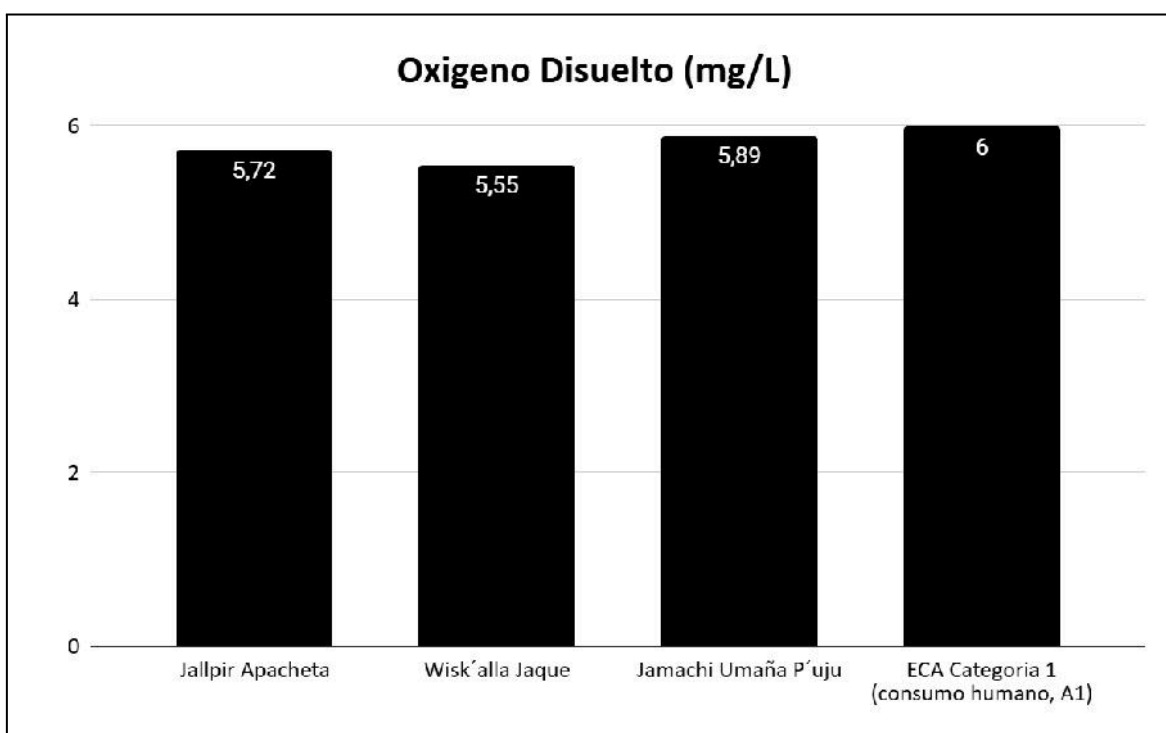


Figura 06: Representación gráfica de los resultados obtenidos para el parámetro de oxígeno disuelto en los 3 puntos de muestreo.

Tabla 10: Valores obtenidos del parámetro de oxígeno disuelto

Oxígeno Disuelto (mg/L)			
Jallpir Apacheta	Wisk'alla Jaque	Jamachi Umaña P'uju	ECA Categoría 1 (consumo humano, A1)
5,72	5,55	5,89	≥6

Los resultados obtenidos durante el proceso de investigación en los 3 puntos de muestreo para el parámetro de oxígeno disuelto fueron de 5,72 mg/L en el manantial de Jallpir Apacheta, 5,55 mg/L en Wisk'alla Jaque y 5,89 mg/L en Jamachi Umaña P'uju. Haciendo una comparación con los estándares de calidad ambiental para agua se observa que para la categoría 1 (poblacional o recreacional, subcategoría A1), los valores deben ser mayores o iguales a 6 mg/L, por lo que en los 3 puntos de muestreo se observa que están por debajo, lo que indica que no se cumple con los ECA, la baja

presencia de oxígeno en el agua puede deberse a diversos factores como la altitud, la presión atmosférica y también al ser un manantial apenas el agua empieza a estar en movimiento.

Estos resultados obtenidos guardan relación con lo que sustenta Alcca (2023), en su investigación realizada en los manantiales de las comunidades de Quipata, Torpujo, entre otros del distrito de Platería, donde obtuvo un valor promedio de 1.2 mg/L, este hallazgo indica que el agua de los manantiales necesita un tratamiento previo, debido a que se encuentra por debajo de los ECA para agua, categoría 1 (≥ 6 mg/L).

4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2:

“Determinar la concentración de los principales parámetros microbiológicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM”

4.2.1. ESCHERICHIA COLI (E. coli)

Tabla 11: Valores obtenidos para el parámetro microbiológico de E. Coli

<i>Escherichia Coli</i> (NMP/100ml)			
Jallpir Apacheta	Wisk'alla Jaque	Jamachi Umaña P'uju	ECA Categoría 1 (consumo humano, A1)
0	0,5	0	0

Los resultados obtenidos para el parámetro microbiológico de la *E. coli* en los manantiales de Jallpir Apacheta y Jamachi Umaña P'uju el valor obtenido en el laboratorio fue de 0 NMP/100 ml, sin embargo en el manantial de Wisk'alla Jaque se obtuvo el valor de 0,5 NMP/100ml, por lo que en dicho manantial no se está cumpliendo con los estándares de calidad ambiental para agua, una razón justificable de que haya la presencia de E. coli en el manantial Wisk'alla Jaque puede ser por la presencia de heces de ganado vacuno, debido que una distancia corta existe un tomadero de agua de ganado vacuno, ovino y auquénidos. Sin embargo los manantiales de Jallpir Apacheta y

Jamachi Umaña P'uju si cumplen con los ECA, debido a que su valor es 0 y no existe la presencia de *E. coli* en sus aguas.

Estos resultados obtenidos guardan cierta relación con lo que argumenta Alcca (2023) en su investigación realizada en los manantiales del distrito de Platería encontró en promedio valores de 1.8 a 2 NMP/100ml, de manera que no se cumple con los estándares de calidad ambiental para agua, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM. Por otro lado Ramirez (2020), en su investigación en el distrito de Paucarcolla obtuvo valores de 1.2 NMP/100ml en uno de los puntos de muestreo.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

HIPÓTESIS NULA Ho: La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, para uso poblacional y recreacional.

HIPÓTESIS ALTERNA HA: La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque, algunos parámetros no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, para uso poblacional y recreacional.

- En base a los resultados obtenidos en la investigación (ver tabla 6, 7, 8 y 9) los parámetros de pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental para agua, sin embargo el parámetro de Oxígeno Disuelto y *E. coli* (ver tabla 10 y 11) no cumple con los ECA, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

HIPÓTESIS NULA Ho: Los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

HIPÓTESIS ALTERNA HA: En las aguas de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque, algunos parámetros fisicoquímicos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- En base a los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos en la investigación (ver tabla 6, 7, 8 y 9) los parámetros de pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental para agua, sin embargo el parámetro de Oxígeno Disuelto (ver tabla 10) no cumple con los ECA, debido a que se encuentra por debajo de los parámetros establecidos, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

HIPÓTESIS NULA Ho: Los principales parámetros microbiológicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

HIPÓTESIS ALTERNA HA: En las aguas de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque, algunos parámetros microbiológicos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- En base a los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos en la investigación (ver tabla 11), el parámetro de *Escherichia Coli*, en 1 de los 3 manantiales no se cumple con los estándares de calidad ambiental para agua, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad del agua fisicoquímica y microbiológica de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque, de acuerdo a los resultados obtenidos durante la investigación, no se cumple plenamente con los ECA para agua categoría 1 (poblacional o recreacional, subcategoría A1) establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, si bien es cierto varios parámetros físico químicos se encuentran dentro de los estándares establecidos, la presencia de *E. coli* en uno de los manantiales y el nivel bajo de oxígeno disuelto evidencian riesgos a futuro si no se hace un plan de mitigación pronto.

SEGUNDA: La concentración de los parámetros fisicoquímicos, durante la investigación indicaron valores de pH(7.41, 7.63 y 7.52), temperatura (10.87 °C, 9.60 °C y 9.15 °C), conductividad eléctrica (655 μ S/cm, 916 μ S/cm y 623 μ S/cm) y sólidos totales disueltos(327 mg/L, 458 mg/L y 312 mg/L) en los manantiales de Jallpir Apacheta, Wiskalla Jaque y Hamachi Umaña Pujú respectivamente, demuestran que cumplen con los ECA, a excepción del parámetro de oxígeno disuelto (5,72 mg/L, 5,55 mg/L y 5,89 mg/L) que se encuentra por debajo del mínimo establecido (≥ 6 mg/L) en los 3 manantiales.

TERCERA: La concentración del parámetro microbiológico en 2 de los 3 manantiales evaluados en la Parcialidad de Huerta Parque (Jallpir Apacheta y Jamachi Umaña P´uju) presentaron valores 0 NMP/100ml, de manera que cumplen con los estándares de calidad ambiental respecto a la presencia de la *E. coli*. Sin embargo en manantial Wisk´alla Jaque presentó un valor de 0.5 NMP/100ml superando el límite permitido, esta contaminación se atribuye a la proximidad de animales de pastoreo, lo que sugiere una afectación puntual causada por la población de animales de pastoreo.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda implementar un sistema integral de tratamiento de agua en los manantiales de la parcialidad de Huerta Parque antes de su consumo humano, este sistema mínimamente debe contemplar desinfección, filtrado, oxigenación y control periódico de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos garantizando así el cumplimiento de los ECA, establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM. Asimismo es primordial la articulación o trabajo en equipo con las autoridades locales (Municipalidad, DIRESA, ANA, entre otros), para una gestión sostenible del recurso hídrico.

SEGUNDA: Se recomienda a la Junta de Usuarios de Servicios de Saneamiento - JASS Huerta Parque en coordinación con autoridades como el área de salud ambiental (hospital Rafael Ortiz), en promover la aireación natural o artificial en las zonas de captación, como canales abiertos o caídas de agua, para aumentar la oxigenación del agua antes de su distribución.

TERCERA: Se recomienda a las autoridades de la Parcialidad Huerta Parque reubicar las zonas de bebederos de ganado que se encuentran cerca de las fuentes de agua para evitar la contaminación por heces, asimismo se recomienda hacer controles microbiológicos periódicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcca Chahuares, B. (2023). Calidad del agua para consumo humano de los manantiales Quipata- Totorpujo, Plaza, Estadio y Jjaquejihuata distrito de Platería – Puno—2022. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/499>
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hidricos Superficiales*.
<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1475.pdf>
- ANA. (2018). *R.J. 058-2018-ANA - Formalización del Uso del Agua*. Drupal.
<https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-058-2018-ana>
- Arias-Lafargue, T., Arias-Zamora, S., Portuondo-Savón, D., Álvarez-Monier, E., Arias-Lafargue, T., Arias-Zamora, S., Portuondo-Savón, D., & Álvarez-Monier, E. (2024). Evaluación de la calidad del agua servida por potabilizadora a Santiago de Cuba. *Tecnología Química*, 44(1), Article 1.
- Cerna-Cueva, A. F., Aguirre-Escalante, C., Wong-Figueroa, B. L., Tello-Cornejo, J. L., Pinchi-Ramírez, W., Cerna-Cueva, A. F., Aguirre-Escalante, C., Wong-Figueroa, B. L., Tello-Cornejo, J. L., & Pinchi-Ramírez, W. (2022). Calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), Article 3.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.022>
- Condori Mamani, G. (2021). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano en la comunidad de San Salvador de Llachacata, Huancané – Puno, 2021*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21490>
- Condori Quiñonez, S. (2020). Evaluación de parámetros físico químicos coliformes y presencia de cadmio y plomo en un sistema experto de información de la laguna Orurillo, provincia de Melgar, región Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13515>
- Dia-de-las-americas-2003.pdf*. (s. f.). Recuperado 9 de octubre de 2024, de

- https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/dia-de-las-americas-2003.pdf
- Fernández, A. (2012). *El agua: Un recurso esencial*.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>
- Huamani Huaman, W. (2019). *LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DEL CENTRO POBLADO DE CHOPCCAPAMPA- PAUCARÁ ACOBAMBA - HVCA, 2018*. [Universidad Alas Peruanas].
https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/9387/Tesis_Calidad_Agua_Salud.pdf?sequence=1
- Machaca Ancco, K. (2021). *Evaluación físico-química, microbiológica y biológica de la calidad del agua de la laguna de pacucha con fines de uso en acuicultura – distrito de Pacucha—Provincia de Andahuaylas -región de Apurímac* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19859>
- Morales Rojas, E., Díaz Ortiz, E. A., García, L., Veneros, J., Chavez Quintana, S., & Medina Tafur, C. A. (2021). Calidad físicoquímica y microbiológica del agua en los lagos de Tunants y Yahuahua, en la región Amazonas, Perú. *Revista de la Universidad del Zulia*, 12(32), Article 32.
- OMS. (1998). *Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad*. v3.
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf>
- Pauta, G., Velazco, M., Gutierrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, O., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 10(2), Article 2.
- Ramirez Choquehuanca, F. E. (2020). Determinación de la Calidad del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./328>
- Salazar Ramirez, C. E. (2020). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna de Punrun- provincia de Pasco-2019. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2151>

Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), Article 3.

Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), Article 2.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz De Consistencia.

Título: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTIALES DE LA PARCIALIDAD HUERTA PARQUE DEL CENTRO POBLADO CASPA, DISTRITO DE JULI - PUNO 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCESAMIENTO DE DATOS
<p>GENERAL ¿En qué medida la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional según el D.S. N°004-2017-MINAM ?</p> <p>ESPECÍFICOS. - ¿La concentración de los parámetros físico químicos en las aguas de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque cumplirán con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional según el D.S. N°004-2017-MINAM ?</p>	<p>GENERAL Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los manantiales de la parcialidad de Huerta Parque, en cumplimiento con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional según el DS N° 004-2017-MINAM.</p> <p>ESPECÍFICOS - Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional D.S. N° 004-2017-MINAM.</p> <p>- Determinar la concentración de los principales parámetros microbiológicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional D.S. N° 004-2017-MINAM.</p>	<p>GENERAL La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, para uso poblacional y recreacional.</p> <p>ESPECÍFICOS - Los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales de la parcialidad Huerta Parque no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.</p>	<p>INDEPENDIENTE Parámetros físico químicos y microbiológicos</p> <p>DEPENDIENTE Calidad del agua</p>	<p>-Análisis laboratorio</p> <p>- Protocolo de calidad físico químicas de aguas.</p> <p>- Protocolo para calidad microbiológica de aguas. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p>	<p>Diseño estadístico descriptivo. presentación en tablas y figuras, medida de tendencia central media aritmética</p> <p>Programas. - Spss - Microsoft Office Excel</p>

Anexo 02: Resultados del laboratorio de parámetro microbiológico



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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

PROYECTO : EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTIALES DE LA PARCIALIDAD HUERTA PARQUE DEL C.P. CASPA, JULI - PUNO 2025

PROCEDENCIA : PARCIALIDAD HUERTA PARQUE, C.P. CASPA - DISTRITO JULI - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO PUNO

INTERESADA : BETZAYDA AREMY CONDORI GOMEZ

MOTIVO : ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA(muestreado por la interesada)

FECHA DE MUESTREO : 18/05/2025

FECHA DE ANÁLISIS : 19/05/2025

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS: *Escherichia Coli*

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD	RESULTADOS
PM1-JALLPIR APACHETA	NMP/100ml	0
PM2-WISKALLA JAQUE	NMP/100ml	0.5
PM3-JAMACHI UMAÑA PUJU	NMP/100ml	0

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



Anexo 03: Normativa Utilizada

Estándares de Calidad Ambiental para el agua D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 1.

Categoría 1: Poblacional y Recreacional
Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

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

Anexo 04: Ficha de registro

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: Manantiales REALIZADO POR: Botzayda Arany Condon Gomez
 AAA/ALA: _____ RESPONSABLE: Botzayda Arany Condon Gomez

PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCION DE LOCALIDAD	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTIMETRIA	FECHA	HORA	MOTIVO	I	COORDENADAS		OBSERVACIONES	
						NORTE	ESTE						CD	PROFUNDIDAD		
PH1	MJISK 1	Huerta Parque	Juli	Chucuito	PUNO	5201625	0944769	4021	18/05			7:43	9:10	5.55	916	
PH2	MJall 1	Huerta Parque	Juli	Chucuito	PUNO	5201446	0944521	4037	18/05			7:41	10:54	5.70	655	
PH3	MJama 1	Huerta Parque	Juli	Chucuito	PUNO	6201512	0944722	4080	18/05			7:52	9:15	5.89	623	

Botzayda Arany

Anexo 06: Registro de Identificación de Punto de Monitoreo

Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:

(Categorizado de acuerdo a la R.J. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

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

(Código Población)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

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

Descripción:

(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:

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

Representatividad:

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

Finalidad del monitoreo:

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

Reconocimiento del Entorno:

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

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

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

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

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

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)

Fotografía:
(tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)

Elaborado por Betzayda A. Condesi G. Fecha 18-05-2025

Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:

(Categorizado de acuerdo a la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

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

(Código Pfaffstätter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

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

Descripción:

(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:

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

Representatividad:

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

Finalidad del monitoreo:

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

Reconocimiento del Entorno:

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

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

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

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

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

<p>Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)</p>	<p>Fotografía: <small>(tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)</small></p>
---	---

Elaborado por Betzayda A. Condesi G. Fecha 18-05-2025

Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua: Manantial Jamachi Umata Pujú

Clasificación del cuerpo de agua: Manantial

(Categorizado de acuerdo a la R.J. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

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

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: MJama 1

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

Descripción: Ubicado en la parte alta de la parcialidad Huerta Parque
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: Acceso en vehículo durante 15 min desde el centro del centro poblado por vía afirmada
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

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

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

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

UBICACIÓN

Distrito: Juli Provincia: Chucuito Departamento: Puno

Localidad: Parcialidad Huerta Parque

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas
Norte/Latitud: 8201512 / -16,266526 Zona: 19 (17, 18 o 19; para UTM solamente)
Este/Longitud: 0444422 / -69,520141 Altitud: 4080 (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)

Fotografía:
(tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)

Elaborado por Betzaida A. Condori G.

Fecha 18-05-2025

Anexo 07: Panel Fotográfico



Figura 07: Multiparámetro Hanna, con capacidad de medición hasta 10 parámetros.



Figura 08: Llenado de la ficha de registro in situ.



Figura 09: Rotulado de los envases para el muestreo respectivo.



Figura 10: Toma de muestras para su traslado a laboratorio en el manantial de Jallpir Apacheta.



Figura 11: Medición de parámetros in situ, en el manantial Jallpir Apacheta.

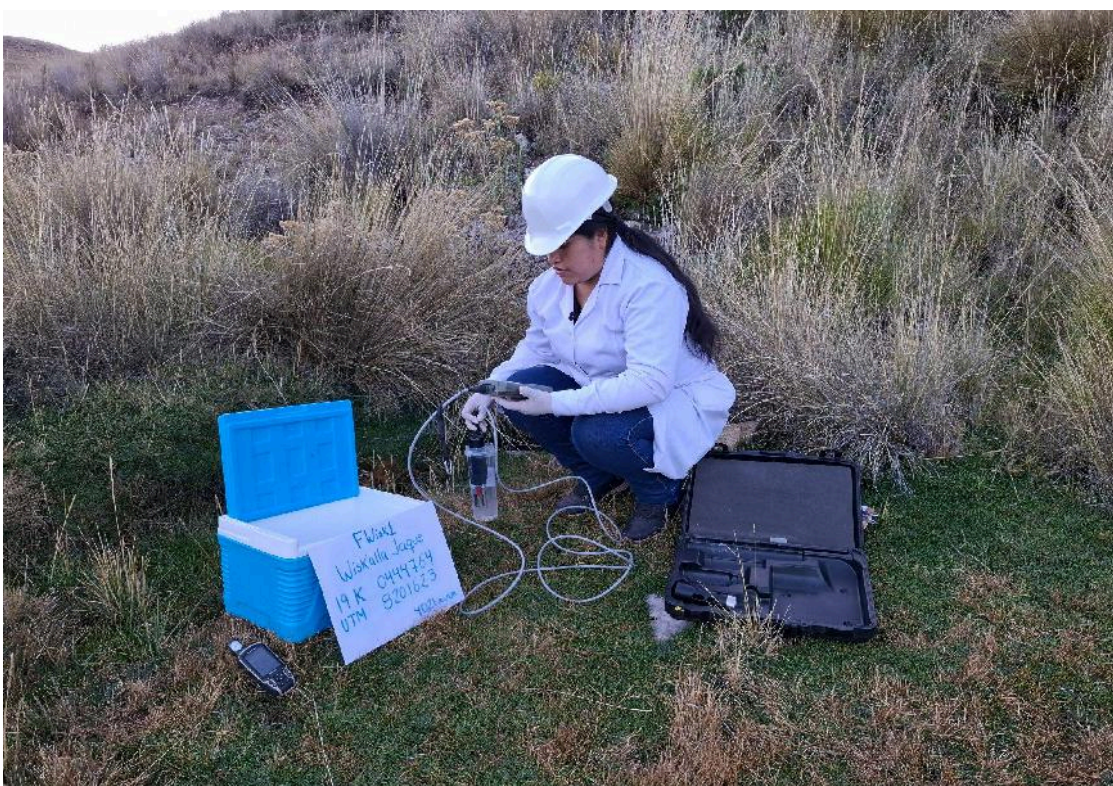


Figura 12: Medición de parámetros in situ, en el manantial Wisk'alla Jaque.

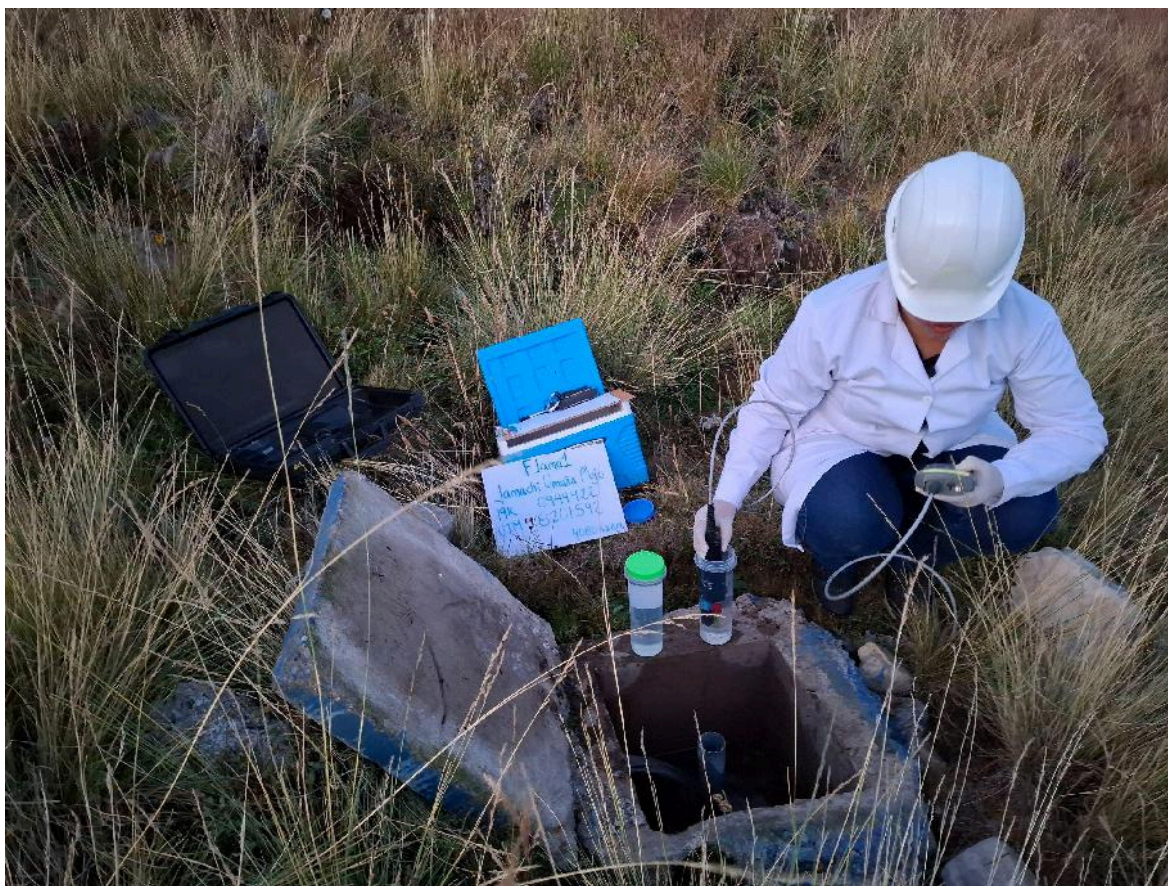


Figura 13: Medición de parámetros in situ, en el manantial Jamachi Umaña P'uju.