

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD DE AGUA SEGÚN PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS DEL CENTRO POBLADO CHUCARAYA - ILAVE 2025**

PRESENTADA POR:

CESAR GERMAN VELASQUEZ ESCOBAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



15.3%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 13 AUG 2025, 12:38 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
1.63%

● CHANGED TEXT
13.67%

Report #27993063

CESAR GERMAN VELASQUEZ ESCOBAR // CALIDAD DE AGUA SEGÚN PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL CENTRO POBLADO CHUCARAYA - ILAVE

2025 RESUMEN El presente proyecto tuvo como objetivo: Evaluar la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Chucaraya, distrito de Ilave, durante el año 2025. El diseño de la investigación fue no experimental de tipo descriptivo y no probabilístico. Los resultados físico químicos indicaron valores dentro de los límites permitidos: pH 7.31, conductividad eléctrica 532.5 μ S/cm, temperatura 14.03 °C, turbidez 0.22 NTU, sólidos disueltos totales 265 mg/l, oxígeno disuelto 7.32 mg/l, dureza total 192.08 mg/l, nitratos 0.13 mg/l, sulfatos 200 mg/l, cloruros 22.77 mg/l, hierro 0.05 mg/l y manganeso 0.02 mg/l. Estos parámetros cumplen con DS.N° 004-2017-MINAM, para la categoría A1, que corresponde al agua para consumo humano con tratamiento convencional. No obstante, el análisis microbiológico reveló una alta contaminación, con coliformes totales en 170 NMP/100 ml y coliformes termotolerantes en 71.75 NMP/100 ml, lo que indica contaminación fecal y un riesgo sanitario significativo si no se aplica un tratamiento adecuado. En conclusión, aunque el agua cumple con los parámetros físicoquímicos, la contaminación microbiológica representa un peligro para la salud pública. Palabras clave: Calidad de agua, físicoquímicas, microbiológicos, parámetros. ABSTRACT The objective of this

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
CALIDAD DE AGUA SEGÚN PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS DEL CENTRO POBLADO CHUCARAYA - ILAVE 2025

PRESENTADA POR:

CESAR GERMAN VELASQUEZ ESCOBAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ


PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnológica

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Lineas de Investigacion: Ciencias Ambientales

Puno, 26 de agosto del 2025

DEDICATORIA

Primeramente a Dios todo poderoso quien con su infinita gracia ha sido mi guía constante, iluminando mi camino en cada paso de esta jornada académica. A él atribuyó la inspiración y la perseverancia que me permitieron superar los desafíos y culminar este sueño.

A mis padres Julio e Hilda, por ser mi primera escuela de vida, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por sacrificarse tanto para que yo pudiera alcanzar mis sueños. Este logro es también suyo.

A todos aquellos que creyeron en mí y me impulsaron a seguir adelante, especialmente a mi accesos de tesis, por su sabiduría y paciencia, las cuales fueron cruciales para la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos - Puno, por brindarme una formación profesional para el desarrollo de mi región.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, mi más profunda gratitud por la excelencia académica y el compromiso con la formación de profesionales comprometidos con el bienestar del medio ambiente, agradezco a mis profesores por compartir su conocimiento y experiencias, y por fomentar un ambiente de aprendizaje motivador y enriquecedor
- A los miembros de jurado calificador, por ser parte de esta investigación
- Un agradecimiento especial a mi asesor Dr. Esteban Isidro Leon Apaza, cuyo apoyo constante, orientación y sabiduría ha sido un pilar fundamental en la realización de este trabajo. su confianza en mí capacidades y su guía durante todo el proceso de investigación me han permitido superar desafíos y alcanzar mis objetivos.
- A mis padres y mi hermana, por la confianza, y la comprensión y el apoyo brindado en cada momento.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

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	15
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	15
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	18
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	21
1.3. OBJETIVOS	24
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	24
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	24

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	25
2.1.1. EL AGUA	25
2.1.2. IMPORTANCIA DEL AGUA	25
2.1.3. CALIDAD DE AGUA	26
2.1.4. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	26
2.1.5. CALIDAD MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA	26
2.1.6. CONTAMINACIÓN DE AGUAS	27
2.1.7. PROBLEMAS DE SALUD ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA	28
2.1.8. MANANTIALES	29
2.1.9. AGUA POTABLE	30
2.1.10. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)	30
2.1.11. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	30
2.2. MARCO CONCEPTUAL	31
2.2.1. PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE	31
2.3. MARCO NORMATIVO	34
2.4. HIPÓTESIS	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	35
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	36
3.1.1. LOCALIZACIÓN	37
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	37

3.2.1. POBLACIÓN	37
3.2.2. MUESTRA	38
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	39
3.3.1 MÉTODOS	39
3.3.2. MATERIALES	40
3.4. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS	41
3.4.1. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS	41
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	49
4.2. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	61
4.3. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS	62
4.3.1. COMPARACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL	62
4.3.2 COMPARACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA I	63
4.3.3. COMPARACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA II	63
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Coordenadas y de los punto de recolección de muestras	38
Tabla 02: Operacionalización de variables	44
Tabla 03: Resultados de los parámetros fisicoquímicos de los 04 puntos de monitoreo manantial, reservorio, vivienda 01 vivienda 02 del Centro poblado de Chucaraya - llave.	46
Tabla 04: Resultados de los parámetros microbiológicos de los 04 puntos de monitoreo manantial, reservorio, vivienda 01 vivienda 02 del Centro poblado de Chucaraya - llave.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación Geográfica del área de estudio del centro poblado de Chucaraya	37
Figura 02: Ubicación de los puntos a monitorear.	39
Figura 03: Representación gráfica de los valores de Potencial de Hidrógeno	49
Figura 04: Representación gráfica de los valores de Conductividad Eléctrica.	50
Figura 05: Representación gráfica de los valores de Temperatura °C	51
Figura 06: Representación gráfica de los valores de Turbidez	52
Figura 07: Representación gráfica de los valores de Sólidos Disueltos Totales	53
Figura 08: Representación gráfica de los valores de Oxígeno Disuelto (OD)	54
Figura 09: Representación gráfica de los valores de Dureza total.	55
Figura 10: Representación gráfica de los valores de Nitratos	56
Figura 11: Representación gráfica de los valores de Cloruros	57
Figura 12: Representación gráfica de los valores de Sulfatos	58
Figura 13: Representación gráfica de los valores de Hierro.	59
Figura 14: Representación gráfica de los valores de Manganeso	60
Figura 15: Representación gráfica de los valores de Coliformes totales.	61
Figura 16: Representación gráfica de los valores de Coliformes termotolerantes.	62
Figura 17: Recolección de la muestra de agua de la fuente de captación	84
Figura 18: Recolección de la muestra de agua de la fuente de captación	85
Figura 19: Recolección de muestra para los parámetros fisicoquímicos	86
Figura 20: Recolección de la muestra de agua del reservorio	87
Figura 21: Obteniendo los resultados de OD	88
Figura 22: Midiendo los parámetros PH, OD.	89
Figura 23: Almacenamiento de muestras para llevar al laboratorio	90
Figura 24: Recolección de muestras de la Última vivienda.	91

Figura 25: Medición de los parámetros.

92

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de Consistencia.	76
Anexo 02: Registro de identificación de punto de monitoreo N° 01	77
Anexo 03: Registro de identificación de punto de monitoreo N° 02	78
Anexo 04: Registro de identificación de punto de monitoreo N° 03	79
Anexo 05: Registro de identificación de punto de monitoreo N° 04	80
Anexo 06: Resultados de monitoreo en campo	81
Anexo 07: Cadena de custodia muestras de agua físico química	82
Anexo 08: Informe de ensayo resultado del análisis de agua.	83
Anexo 09: Panel fotográfico	84

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo: Evaluar la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Chucaraya, distrito de Ilave, durante el año 2025. El diseño de la investigación fue no experimental de tipo descriptivo y no probabilístico. Los resultados físico químicos indicaron valores dentro de los límites permitidos: pH 7.31, conductividad eléctrica 532.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura 14.03 $^{\circ}\text{C}$, turbidez 0.22 NTU, sólidos disueltos totales 265 mg/l, oxígeno disuelto 7.32 mg/l, dureza total 192.08 mg/l, nitratos 0.13 mg/l, sulfatos 200 mg/l, cloruros 22.77 mg/l, hierro 0.05 mg/l y manganeso 0.02 mg/l. Estos parámetros cumplen con DS.N° 004-2017-MINAM, para la categoría A1 , que corresponde al agua para consumo humano con tratamiento convencional. No obstante, el análisis microbiológico reveló una alta contaminación, con coliformes totales en 170 NMP/100 ml y coliformes termotolerantes en 71.75 NMP/100 ml, lo que indica contaminación fecal y un riesgo sanitario significativo si no se aplica un tratamiento adecuado. En conclusión, aunque el agua cumple con los parámetros fisicoquímicos, la contaminación microbiológica representa un peligro para la salud pública.

Palabras clave: Calidad de agua, Fisicoquímicas, Microbiológicos, Parámetros.

ABSTRACT

The objective of this project was: To evaluate the quality of water for human consumption in the town of Chucaraya, district of Ilave, during the year 2025. Non-experimental research design of descriptive type. The physical-chemical results indicated values within the permitted limits: pH 7.31, electrical conductivity 532.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperature 14.03 $^{\circ}\text{C}$, turbidity 0.22 NTU, total dissolved solids 265 mg/l, dissolved oxygen 7.32 mg/l, total hardness 192.08 mg/l, nitrates 0.13 mg/l, sulfates 200 mg/l, chlorides 22.77 mg/l, iron 0.05 mg/l and manganese 0.02 mg/l. These parameters meet the standards for category A1, which corresponds to water for human consumption with conventional treatment. However, the microbiological analysis revealed high contamination, with total coliforms at 170 NMP/100 ml and thermotolerant coliforms at 71.75 NMP/100 ml, indicating fecal contamination and a significant sanitary risk if adequate treatment is not applied. In conclusion, although the water complies with the physicochemical parameters, microbiological contamination represents a public health hazard.

Keywords: Water quality, Physicochemical, Microbiological, Parameters.

INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable, un derecho humano básico, es insuficiente para más de dos mil millones de personas, según el Banco Mundial. El agua debe ser segura, libre de contaminantes y contar con saneamiento básico para asegurar salud y un medioambiente limpio. (Lodus, 2023)

Sin embargo, el acelerado crecimiento poblacional y las actividades humanas han incrementado la presión sobre los recursos hídricos, generando una preocupante contaminación de las fuentes de agua, esta situación ha propiciado la proliferación de enfermedades transmitidas por el consumo de agua en condiciones inadecuadas, afectando especialmente a las comunidades más vulnerables. (OMS, 2023)

En el contexto nacional, la calidad del agua para consumo humano enfrenta retos por contaminación química y biológica causada por actividades agrícolas, industriales y malas gestiones de aguas residuales. Metales pesados, patógenos y otros contaminantes en agua superficial y subterránea representan un riesgo para la salud, según estudios en varias regiones del país. (Denchak, 2023)

Frente a esta problemática, resulta indispensable realizar evaluaciones periódicas y rigurosas de la calidad del agua destinada al consumo humano, con el fin de identificar posibles riesgos y garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos por la normativa vigente. La presente investigación se enfoca en analizar el estado actual de la calidad del agua en el centro poblado de Chucaraya, distrito de Ilave, durante el año 2025. A través de la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, este estudio busca proporcionar información actualizada y confiable que sirva de base para la toma de decisiones orientadas a la protección de la salud pública y la gestión sostenible de los recursos hídricos en la región.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso al agua de calidad representa un derecho humano fundamental, considerado indispensable para el desarrollo social y la preservación del medio ambiente. El acelerado crecimiento demográfico ha incrementado la demanda de este recurso vital, al mismo tiempo que ha generado un aumento en la contaminación ambiental. Dado que el agua es reconocida como el disolvente universal, esta contaminación ha conducido al deterioro de los cuerpos de agua, ocasionando impactos negativos tanto en el entorno natural como en la salud humana. (Aris, 2021)

El agua contaminada y el saneamiento deficiente contribuyen a la transmisión de enfermedades como el cólera, otras enfermedades diarreicas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (OMS, 2023). Si no hay servicios de agua y saneamiento, o si estos son insuficientes o están gestionados de forma inapropiada, la población se expone a riesgos para su salud. Debido a la gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas, cientos de millones de personas beben agua con contaminación biológica o química. Además, el agua para consumo humano, sobre todo si procede del subsuelo, puede contener productos químicos, como arsénico, fluoruros y cantidades elevadas de otros productos químicos, como plomo a causa de la lixiviación de tuberías de conducción. (OMS, 2023)

La cantidad de agua en nuestro planeta es constante, pero su calidad es muy variable y puede verse seriamente deteriorada por la actividad humana. De manera que la disponibilidad de agua actual y futura depende no solo del manejo adecuado en términos de cantidad. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2021)

En el Perú la contaminación de manantiales se debe principalmente al uso de productos agroquímicos y fertilizantes en la agricultura. Estos productos, al ser utilizados en los cultivos, pueden infiltrarse en el terreno y los acuíferos, afectando la calidad del agua potable. Además, la erosión del suelo causada por la deforestación y la agricultura intensiva puede aumentar la turbidez del agua y la concentración de sedimentos en los manantiales.

Estudios de la Autoridad Local de Agua de Juliaca también determinaron que las aguas de los pozos provenientes del río no están aptas para el consumo humano. Incluso en el subsuelo se ha encontrado arsénico, mercurio, plomo, cadmio, boro, plata, cobre y otros metales pesados. Así como metaloides y otras sustancias químicas tóxicas. Varios ciudadanos manifiestan dolores de estómago y malestares generales cada vez que consumen el agua del río. La jefa del centro de salud de Coata, Ibet Mendoza, estima que el 70% de personas están en riesgo al consumir el agua contaminada. Los dolores estomacales son uno de los síntomas más ligeros. La contaminación por arsénico puede provocar cáncer, lesiones en la piel y males cardiovasculares. Mientras que el mercurio ataca al sistema nervioso, renal, inmunitario, entre otros. (Wayca, 2020)

En la parcialidad de Jiscullaya, El Collao, Puno. Enfermedades estomacales prevalentes: La información sobre las principales enfermedades relacionadas con el consumo de agua En el Centro de Salud Siraya, de la provincia de El Collao, Puno, Perú. En él, se reportaron cifras de morbilidad de mayor frecuencia que son: enfermedades parasitarias, diarreicas y estomacales. Estas enfermedades se producen generalmente por el uso del agua contaminada, por la falta de higiene y educación sanitaria de sus

habitantes.(Contreras & Belizario, 2023)

Por ello, es necesario realizar esta investigación con el propósito de garantizar la calidad del agua, salvaguardar la salud de la comunidad y conservar el entorno natural. Este análisis proporcionará datos recientes y exactos acerca de la calidad del agua en el centro poblado de Chucaraya, dado que la carencia de información sobre este asunto y sus repercusiones podría empeorar la situación con el tiempo. La información recopilada será fundamental para promover una gestión ambiental eficiente y respaldar decisiones bien fundamentadas

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el estado actual de la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave 2025 ?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles serán los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave ?
- ¿Cuáles son los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave ?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Correia (2022), en su investigación desarrollada en brasil denominado “Análisis físico-químico, microbiológico y parasitológico del agua para consumo humano en comunidades quilombolas de Alagoas” con el objetivo de evaluar la calidad del agua, llevando a cabo un estudio de fisicoquímica, microbiología y parasitología del agua destinada para el consumo humano en una comunidad Quilombola de Alagoas. La investigación se llevó a cabo de manera transversal, experimental y cuantitativa, examinando los características de Escherichia coli en coliformes totales y coliformes termotolerantes, así como análisis parasitológicos fundamentados en el estudio de

protozoos y helmintos intestinales. los resultados del análisis indicaron pH 6.9, turbiedad 0.8 NTU, RFC 0.3mg/L, la existencia de coliformes totales, el 17,85% de las muestras 10 mostraron estos microorganismos, con valores que fluctuaron entre 21 NMP mL 1 y 42 NMP mL 1, no obstante, no llegaron a identificar los organismos parasitológicos. y llegó a la conclusión, que el agua analizada en el lugar in situ representa un gran riesgo para la salud.

Iturralde (2024), en su investigación denominado “Evaluación de la calidad de agua cruda del manantial de ladera” con el objetivo de evaluar la calidad del agua cruda proveniente del manantial ubicado en barrio virgen de louder - CANTÓN QUITO. donde obtuvieron resultados de DQO 32 mg/L, que no cumple con el límite máximo permisible de < 4 mg/L según la normativa, DBO 3 mg/L que no cumple con el límite < 2 mg/L que tiene un problema de materia orgánica, Arsénico: <0,005 mg/L, cumple con el límite de 0.1 mg/L, Alcalinidad: 24.5 mg/L, sin límite establecido en la normativa, Acidez: 51.02 mg/L, sin límite establecido en la normativa, Fosfatos: 0.06 mg/l, sin límite establecido en la normativa, Hierro Total: 0.07 mg/L, cumpliendo con el límite de 1.0 mg/L, Nitritos: 0.004 mg/L, cumpliendo con el límite de 0.2 mg/L, Nitratos: 4.4 mg/L, cumpliendo con el límite de 50 mg/L y los análisis microbiológicos indican coliformes fecales: resultado negativo, y concluyó que el agua no supone un peligro para la salud de los habitantes de la población.

Adriazola et al. (2024), señala que, realizó una evaluación de la calidad del agua de consumo humano en el municipio de vinto-Cochabamba-bolivia. Con el objetivo de analizar la calidad del agua, donde obtuvieron los resultados de los parámetros analizados pH M1 7.28, M2 7.46, M3 7.22, M4 7.2, M5 7.25, M6 7.09, M7 7.57, M8 7.63, M9 7.48, M10 6.95, conductividad eléctrica M1 363 μ S, M2 385 μ S, M3 401 μ S, M4 427 μ S, M5 331 μ S, M6 428 μ S, M7 395 μ S, M8 383 μ S, M9 375 μ S, M10 469 μ S, alcalinidad (mg/L CaCO₃) M1 158 mg/L, M2 132 mg/L, M3 105 mg/L, M4 132 mg/L, M5 108 mg/L, M6 138

mg/L, M7 129 mg/L, M8 117 mg/L, M9 123 mg/L, M10 132 mg/L, dureza (mg/L CaCO₃) M1 145.5mg/L, M2 177 mg/L, M3 135 mg/L, M4 180 mg/L, M5 135 mg/L, M6 144 mg/L, M7 162 mg/L, M8 132 mg/L, M9 177 mg/L, M10 201 mg/L, Coliformes totales M1 4 NMP/100ml, M2 22 NMP/100ml, M3 1600 NMP/100ml, M4 4 NMP/100ml, M5 4 NMP/100ml, M6 <2 NMP/100ml, M7 4 NMP/100ml, M8 2 NMP/100ml, M9 4 NMP/100ml, M10 <2 NMP/100ml, Coliformes termorresistentes M1 <2 NMP/100ml, M2 <2 NMP/100ml, M3 4 NMP/100ml, M4 <2 NMP/100ml, M5 <2 NMP/100ml, M6 <2 NMP/100ml, M7 <2NMP/100ml, M8 <2 NMP/100ml, M9 <2 NMP/100ml, M10 <2 NMP/100ml, las muestras analizadas cumplieron con los parametros fisicoquimicos y el analisis microbiológico presentan desviaciones del limite maximo permisible concluyendo que el agua de aprovisionada en la OTB Campos Verdes es un agua apta para consumo humano.

Cajas et al. (2023), en su investigación denominada “calidad de agua en río cutuchi mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, latacunga, ecuador.” tenía como objetivo evaluar la características de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos donde obtuvieron resultados, Turbiedad PM1 40,6NTU, PM2 96,3NTU, PM3 137,5NTU, PM4 146,7NTU, PM5 180,2NTU, SDT PM1 291,6mg/l, PM2 423,0mg/l, PM3 590,2mg/l, PM4 709,6mg/l PM5 908,1mg/l, pH PM1 7,4, PM2 7,5, PM3 7,5, PM4 7,4, PM5 7,4 Nitratos PM1 1,7mg/l, PM2 2,6mg/l, PM3 3,0mg/l, PM4 3,3mg/l, PM5 4,5mg/l, DBO5 PM1 10,3mg/l, PM2 22,110,3mg/l, PM3 31,710,3mg/L PM4 44,410,3mg/l, PM5 55,710,3mg/l, Coliformes PM1 44,8NMP/100ml, PM2 620,3NMP/100ml, PM3 1424,6NMP/100ml, PM4 2327,0NMP/100ml, PM5 3115,5NMP/100ml, llegando a una conclusión que el agua del río Cutuchi no cumple con los criterios de calidad para conservación de la diversidad de fauna y flora acuática ni tampoco para riego o consumo humano. Especialmente en la parte media y baja del río. Este estudio recomienda urgentemente que se realicen propuestas de manejo y gestión de la calidad del agua a lo largo del gradiente del río

Cutuchi y con ello poner en marcha acciones de mantenimiento, descontaminación y recuperación de las riberas del río.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

López (2022), realizó un estudio denominado “caracterización fisicoquímica del agua del manantial la Meseta destinada al consumo humano, san miguel - cajamarca 2022” realizaron el estudio, con el objetivo de determinar y comparar los valores principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua. tomando muestras in situ siguiendo los protocolos de muestreo, y obtuvo los siguientes resultados, conductividad eléctrica 13.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, PH 5.17, SDT 10.4 mg/L, turbidez 0.36 NTU, Dureza 3.2 mg/L, nitratos 0.11 mg/L, Sulfatos 0.98 mg/L, aluminio 0.06 mg/L Bario 0.03 mg/L. Hierro 0.03 mg/L y llegaron a la conclusión, que el agua del manantial “La Meseta” si cumple con los valores establecido por el ECA-D.SN°015-2015-MINAN y D.SN°031-2021-MINSA; Clasificándose como agua de categoría A1 y apta para el consumo humano.

Calla (2020), realizó una investigación denominado “Calidad Fisicoquímica Y Microbiológica de dos manantiales para el consumo humano en el centro poblado de Chin Chin Tres Cruces, cajamarca - 2019” con el objetivo de evaluar la presencia de microorganismos patógenos en las muestras de agua, los resultado fueron los siguientes pH 6.09 y 7.01 en M2, Conductividad 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 222.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en M2, STD 59.13mg/L Y 109.2mg/L, Turbidez 1.72UTN y 0.99UTN Cloro 0.28mg/L y 0.22mg/L, Sulfatos SO_4 0.5mg/L y 6 mg/L, Hierro(Fe) 0.585 mg/L y 0.54 mg/L, Cobre 0.167mg/L y 0.269 mg/L, Nitrato 2.8mg/L y 0.3 mg/L, aluminio 0.008mg/L y 0.03, coliformes fecales 1.8 UFC/100 mL y 1.8 UFC/100 mL, Coliformes totales 1600 UFC/ 100mL y 1600 UFC/100 mL, la toma de muestras la realizaron siguiendo un procedimiento específico para garantizar la calidad de las muestras recolectadas, el agua fue evaluada y se considera apta para el consumo humano en varios aspectos como nitrato, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, y llegó a un conclusión que la calidad del agua potable es apta para el consumo

humano. y también es necesario determinar un monitoreo continuo de la calidad del agua para garantizar la seguridad de los consumidores.

Pimentel (2024), indica que, la “Evaluación de la calidad de agua para consumo humano del Manantial de Paccha, Provincia de Huari, 2022” tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua, como también los componentes químicos inorgánicos y orgánicos y realizar la identificación de los componentes microbiológicos proveniente del manantial de Paccha, en los resultado de los análisis fueron los siguientes conductividad 332 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH 6.84, sulfatos 79.35mg/L, Cloro, 0.5mg/L, Oxígeno disuelto 6.82mg/L Uranio 0.000039mg/L, Sodio 11.39mg/L, Plomo 0.00024mg/L, Mercurio, 0.00007mg/L, Cobre 0.00063mg/L, Cadmio 0.00018mg/L, Nitratos 7.831mg/L, Sólidos totales suspendidos 2.5mg/L, DBO 0.6mg/L, DQO 2.2mg/L, coliformes fecales <1 UFC/100mL coliformes totales <1 UFC/100 mL, donde revelaron que existe una alta contaminación en el manantial, concluyendo en general los resultados fueron a la calidad del agua se considero que es apta para el consumo humano y realizar monitoreos continuos y así garantizar que el agua del manantial de paccha siga siendo segura para la población de huari.

Castro (2024), menciona que la “Calidad del agua de consumo humano, en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota.”, Con el Objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Huambos, provincia de Chota, Cajamarca, analizando parámetros microbiológicos y parasitológicos. Se realizaron cuatro monitoreos en puntos clave: la captación de agua, la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), el reservorio y dos viviendas. Los parámetros estudiados incluyeron Escherichia coli, coliformes totales, formas parasitarias, pH, temperatura y turbidez. en los resultados mostraron que los coliformes totales alcanzaron un máximo de 48 UFC/100mL en la captación y 47 UFC/100mL en la vivienda final, mientras que los coliformes termotolerantes oscilaron entre 12 y 17 UFC/100mL. La concentración de E. coli fue inferior a 1,8 NMP/100mL en

todos los puntos, y no se detectó *Vibrio cholerae* ni formas parasitarias. concluyendo que los niveles de coliformes totales y coliformes termotolerantes superaron los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por la normativa D.S. N° 031-2010-SA, y concluyó que el agua no es segura para el consumo humano y necesita someterse a un tratamiento de desinfección para volverse apta.

Palomino (2023), señala que, realizó una evaluación de la calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco. Con el objetivo de analizar la calidad del agua y obtuvieron los siguientes resultados, muestra N°1 ph 7.72 temperatura 21.6°C turbiedad 1.75UNT conductividad 933.1S/m dureza total 677.56mg/L sólidos totales disueltos 484.56mg/L DBO 8.01mg/L Oxígeno disuelto 5.72mg/L coliformes totales 33NMP coliformes fecales 1.8NMP, y resultado de la muestra N°2 pH 7.62, temperatura 21.6°C, turbiedad 1.83mg/L, conductividad 703.70UNT, dureza total 584.10mg/L, sólidos totales disueltos 4.54mg/L, Oxígeno disuelto 6mg/L, coliformes totales 33NMP, coliformes fecales <1.6 33NMP, y llegó a un conclusión de que no están dentro de los estándares de calidad ambiental y límite máximo permisible de agua para consumo humano. Se concluye que el manantial Estange con respecto a los parámetros fisicoquímicos no es apto para el consumo humano según las normativas del D.S.N.° 0004-2017-MINAM y D.S.N.° 0031-2010-SA. y en los parámetros microbiológicos el manantial Estange no es apto para el consumo humano.

Consa (2024), llevó a cabo un estudio denominado "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del P.T. Uchumayo del distrito de Uchumayo y propuestas de medidas de mitigación para parámetros que excedan los Estándares de Calidad Ambiental". Con el objetivo de evaluar los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos y evaluar los parámetros microbiológicos y parasitológicos de la fuente de agua "San Jacinto". Y los resultado fueron los siguientes: pH 7.6, Conductividad 624uS/cm,

temperatura 20.5°C, turbiedad 0.21UNT, aluminio <0.02mg/l, antimonio 0.00033mg/l, arsénico 0.04709mg/l, bario 0.0162mg/l, berilio 0.00016 mg/l, cobre 0.005mg/l, hierro 0.023mg/l, manganeso 0.0004mg/l, mercurio <0.0005mg/l, coliformes totales <1 UFC/100ml, coliformes termotolerantes <1 UFC/100ml, Escherichia coli <1.1 NMP/ml, y llegó a un conclusión que los parámetros evaluados no superan el ECA para agua Categoría 1 Subcategoría A1, Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. e implementar un sistema de cloración por goteo autocompensante, para garantizar una concentración de 1.2 mg/L en el reservorio se disolverá 5.40 Kg de hipoclorito de calcio al 70% de concentración en un tanque clorador de 1000 L de capacidad, el cual tendría un caudal de salida de 8 L/h, la recarga del tanque clorador se realizará cada 5 días.

1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES

Contreras (2023), señala que, realizó una evaluación de la potabilidad del agua en los manantiales de la comunidad de Jiscullaya en el distrito de llave, ubicada en el departamento de Puno, Perú. con el objetivo de analizar la calidad del agua, donde los resultados de la valoración de la calidad química abarcó análisis fisicoquímicos, que incluían el pH 7.40, Dureza 50.00 mg/L, Cloruros 15.30 mg/L, Sulfatos 4.00 mg/L, Calcio 16.19 mg/L, Magnesio 2.95 mg/L, Sólidos totales 67.10 mg/L, mientras que el análisis de coliformes totales 28 UFC/100mL y Escherichia coli 00 UFC/100 mL. Aunque los parámetros físico-químicos hallados se sitúan dentro de los límites máximos permitidos para el consumo humano, y en los análisis bacteriológicos se indica la presencia de coliformes en el agua. La información proporcionada por la Posta de Salud Siraya, que atiende a la comunidad de Jiscullaya, señala que las enfermedades más comunes en la región son de origen gastrointestinal, tales como la parasitosis y diarreas. Concluyendo que los hallazgos de este estudio sugieren que la mala calidad biológica del agua en esta comunidad podría ser la causa de estas enfermedades.

Escobar (2024), en su estudio realizado en 2023 tenía como objetivo evaluar la características de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos en el agua de pozos destinados al consumo humano en la localidad de Vilcachile, Ilave. Utilizó una metodología descriptiva con un diseño no experimental, seleccionando cuatro pozos por su accesibilidad y disponibilidad. Al analizar los parámetros físico-químicos, se determinó que el pH varió entre 6,67 y 7,02, lo que indicó un nivel ligeramente ácido y neutro, cumpliendo con los estándares requeridos. La temperatura del agua se mantuvo estable en 14°C en los pozos. Respecto a la conductividad eléctrica, se registraron valores entre 97,80 y 117,70 uS/cm. dureza 59.68mg/L, Cloruro 57.38,mg/L, Fosfato 0.30mg/L, Sulfatos 18 mg/L, Magnesio 3.35mg/L, Sólidos totales disueltos 51,10 mg/L, DQO 71.00mg/L DBO 5,00 mg/L, OD 6,23 mg/L, turbidez 1.98NTU, En el aspecto microbiológico, observaron la ausencia total de bacterias coliformes totales y coliformes termotolerantes, con valores inferiores a 1 UFC/100 ml. Sus resultados sugieren que el agua de los pozos es apta para el consumo humano, cumpliendo con los criterios de calidad establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. En consecuencia, se concluyó que las muestras analizadas cumplían con los estándares necesarios para ser consideradas seguras para el consumo humano.

Alcca (2023), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo Analizar la cantidad de los aspectos físico-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano de los manantiales en Quipata, Totorpujo, Plaza de Armas y el Estadio de Platería, siguiendo las normas de calidad ambiental definidas en el DS N° 004-2017-MINAM. recolectó muestras de agua de cuatro lugares de muestreo situados en las fuentes de Quipata, Totorpujo, Plaza de Armas y el Estadio, obteniendo los siguientes resultados. Oxígeno Disuelto (4.47 mg/L), P(0.30 mg/L), pH (8.57), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (2 NMP/100 ml); para el manantial del estadio de Platería no cumple con Temperatura (15.6 °C), OD (1.20 mg/L), P (1.15 mg/L), NH₃ (9.61 mg/L), As (0.0181

mg/L), Fe (0.806 mg/L), Mn (0.40652 mg/L), DQO (78.3 mg/L), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (2 NMP/100 ml); y por último para el manantial de Jjaquejhuata no cumple con el As (0.0012 mg/L) y Escherichia coli (1.8 NMP/100 ml). donde Resaltó que ninguna de las fuentes de agua alcanzó los criterios microbiológicos, lo que sugiere que el agua evaluada no es apta para la ingesta humana. concluyendo que la acumulación de los factores físico-químicos y microbiológicos en los manantiales no es adecuada para el uso humano, de acuerdo con la normativa de calidad ambiental.

Paxi (2025), en su trabajo de tesis: “calidad del agua de los manantiales tacuyo y qaqallaka en el centro poblado de culta, acora, puno - 2025” tuvo como objetivo determinar la diferencia entre la calidad del agua para consumo humano de los manantiales, donde los resultados indicaron ph, 7.72, conductividad 171.3 μ S/cm, sólidos totales disueltos 122.7mg/L, dureza total 4.17mg CaCO₃/L, calcio 12.01mg/L, magnesio 2.90mg/L, potasio 0.39mg/L, nitratos 18.30mg/l, sulfatos 45.2mg/L, cloruros, 73.2mg/L, coliformes 0UFC/100mL, totales e.coli 0UFC/100mL, concluyendo que el manantial Tacuyo demostró condiciones estables y favorables para el consumo humano, mientras que el manantial Qaqallaca requiere intervenciones específicas para optimizar su potabilidad.

Mamani (2025), en su trabajo de tesis: “Calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del Distrito de Desaguadero de la Provincia de Chucuito - Puno, 2024”, con el objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri, obtuvo los siguientes resultados, temperatura 10.75°C, 11.00°C, pH 6.95, 7.18, conductividad 1813 μ mho/cm, 1582 μ mho/cm, sólidos disueltos totales 806mg/L, 791mg/L, Oxígeno disuelto 2.53mg/L, 2.53mg/L, coliformes totales <3NMP/100mL, <3NMP/100mL, coliformes termotolerantes 20NMP/100mL, 30NMP/100mL, Coliformes Fecales <1NMP/100 mL, <1NMP/100 mL, Escherichia coli <1NMP/100 mL, <1NMP/100 mL, y llegó a la siguiente conclusión que análisis realizado en 2024 sobre la calidad del

agua del manantial de Huallatiri, ubicado en el distrito de Desaguadero, provincia de Chucuito - Puno, revela que no cumple con los límites máximos permisibles establecidos por el DS N° 031-2010-SA. Por lo tanto, se concluye que esta agua no es apta para el consumo humano.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - Ilave 2025.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Analizar los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - Ilave.
- Evaluar los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - Ilave.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. EL AGUA

El agua, un compuesto vital, está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, representado químicamente como H_2O , que puede existir en tres estados: sólido (hielo), líquido y gaseoso (vapor). Su distribución en el planeta es desigual, ya que en algunas regiones es abundante y en otras escasea, aunque la cantidad total de agua en la Tierra permanece constante. Este recurso vital se manifiesta en diversas formas, como océanos, ríos, nubes, lluvia y otras precipitaciones, experimentando continuos cambios de estado. Por ejemplo, el agua superficial se evapora, las nubes liberan lluvia, y esta se infiltra en el suelo o fluye hacia los océanos (Center, 2023).

Cabe destacar que alrededor del 70% de la superficie terrestre está cubierta por agua líquida, de la cual aproximadamente el 96% corresponde a los océanos de agua salada. Del 30% restante, el 69% está formado por agua congelada en los polos, mientras que solo entre el 1% y el 4% se encuentra en forma de vapor en la atmósfera. (Fundación Aquae, 2021).

2.1.2. IMPORTANCIA DEL AGUA

El agua es esencial para el cuerpo humano en todas las etapas de la vida porque ayuda a mantener una temperatura corporal saludable, mantiene la piel hidratada y elástica, lubrica las articulaciones y los órganos y favorece una digestión sana (OMS, 2017).

El agua es crucial para la vida en la Tierra, cubriendo el 70% de la superficie y constituyendo un porcentaje similar en los organismos vivos. Es esencial para procesos biológicos y la supervivencia de seres humanos y animales. La gestión responsable de fuentes de agua es vital para las generaciones futuras, destacando la importancia de preservar las fuentes de agua dulce según la ONU (Araque, 2022).

2.1.3. CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua o la pureza del agua indica cuán adecuada y segura es para ser utilizada en diversas actividades, como las industriales, sociales, públicas, así como para su consumo, nadar o cultivar. La pureza del agua puede verse afectada por la polución que surge de múltiples fuentes, incluyendo el clima, los procesos naturales de la tierra, y las acciones humanas tanto en las industrias como en la vida cotidiana, así como los desechos, entre otros. Por esta razón, es fundamental examinar el agua para garantizar que sea apta y satisfaga ciertos criterios (Courtade, 2023).

2.1.4. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

Se entiende por calidad físico-química del agua el análisis de los compuestos químicos que modifican su estructura y que podrían perjudicar tanto la salud de la población así como también la preservación de los ecosistemas. El nivel de calidad del agua desde un enfoque fisicoquímico se determina a través de indicadores que superan los máximos establecidos, tales como la cantidad de plomo, cadmio, oxígeno disuelto, pH, entre otros (Fajardo, 2018).

2.1.5. CALIDAD MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

La calidad microbiológica del agua implica estudios sobre microorganismos, especialmente indicadores de contaminación fecal. Esto incluye la evaluación de *Escherichia coli* y, en algunos casos, patógenos específicos. El análisis se realiza en diferentes puntos: origen, después del tratamiento, en la red de distribución y en domicilios. En ciertas situaciones, se recomienda incluir bacteriófagos o esporas

bacterianas para una evaluación más completa. Esto es crucial para garantizar la seguridad del agua potable y prevenir enfermedades (Huayaban, 2018).

2.1.5.1. MICROBIOLOGÍA DEL AGUA

Se refiere a la presencia de microorganismos patógenos en el agua, que pueden causar diversas enfermedades en humanos y animales. Estos microorganismos incluyen bacterias, virus, parásitos y hongos, que encuentran en el agua un medio propicio para su proliferación (Orozcolap, 2024).

2.1.6. CONTAMINACIÓN DE AGUAS

La contaminación del agua sucede cuando elementos dañinos, frecuentemente productos químicos o gérmenes, ensucian un arroyo, un río, un lago, un mar, un acuífero o algún otro cuerpo hídrico, afectando la pureza del agua y volviéndola peligrosa para las personas o el medio ambiente (Dechank, 2023).

La contaminación del agua es una modificación en la pureza del agua, que se manifiesta a través de la presencia de elementos como microorganismos, metales pesados o partículas en suspensión, provoca que su ingesta tenga consecuencias perjudiciales para la salud y el entorno (Zarza, 2019).

2.1.6.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR USO DE AGROQUÍMICOS

En el ámbito agrícola, se utiliza el 70% de todas las fuentes de agua dulce disponibles, este porcentaje de agua se presenta como agua tanto superficial como subterránea que transporta elementos contaminantes. La agricultura contribuye significativamente a la polución del agua, lo cual es resultado de la erosión del suelo y de la disolución de los ingredientes presentes en los productos utilizados en los cultivos. (Alvarado, 2020)

En los terrenos agrícolas, elementos como los fosfatos y nitratos de los fertilizantes utilizados y las aguas residuales son transportados hacia ríos y lagos. Esto da lugar a la eutrofización, que provoca la extinción de numerosos peces como también de otras especies acuáticas. Las escorrentías también pueden arrastrar algas tóxicas junto con

residuos industriales en los cuerpos de agua. Además, el sedimento fino causado por la erosión del suelo también contribuye a la muerte masiva de la vida acuática (Solórzano, 2020).

2.1.6.2. CONTAMINACIÓN QUÍMICA

La contaminación química consiste en la modificación negativa del medio ambiente debido a la incorporación de sustancias químicas perjudiciales en un ecosistema. Su impacto no solo está determinado por la cantidad del contaminante presente, sino también por su grado de toxicidad y la capacidad del entorno para asimilarlo. Además, es fundamental diferenciar entre dos tipos de contaminantes químicos según su origen y comportamiento. Por un lado, están los contaminantes primarios, que causan daño directo sin necesidad de transformarse. Por otro lado, los contaminantes secundarios, que inicialmente pueden ser inofensivos, pero que, al liberarse, sufren cambios químicos que los vuelven nocivos (Novillo, 2021).

2.1.6.3. CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA

Se describe como la introducción de organismos biológicos al agua, lo que provoca un cambio no deseado en su composición original. Estas sustancias afectan negativamente la calidad del agua, haciéndola inapropiada para los fines deseados (Araujo Cahuana y Benito Crisostomo, 2017).

Se refiere a la presencia de microorganismos patógenos en el agua, que pueden causar diversas enfermedades en humanos y animales. Estos microorganismos incluyen bacterias, virus, parásitos y hongos, que encuentran en el agua un medio propicio para su proliferación (Orozcolap, 2024).

2.1.7. PROBLEMAS DE SALUD ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

La mala calidad del agua es un problema grave que afecta significativamente la salud humana. El agua contaminada puede contener microorganismos patógenos y sustancias

químicas dañinas, lo que aumenta el riesgo de enfermedades diarreicas. Estas afecciones son causadas por bacterias como el cólera, virus como la hepatitis, y parásitos, y representan un problema crítico de salud pública, especialmente en países en desarrollo, donde los niños son los más afectados.

El consumo de agua contaminada es responsable del 88% de los más de cuatro mil millones de casos anuales de enfermedades diarreicas, lo que resulta en aproximadamente 1,8 millones de muertes cada año. Además, el agua insalubre contribuye indirectamente a la desnutrición infantil, ya que está relacionada con el 50% de los casos de desnutrición asociados a enfermedades diarreicas, lo que causa alrededor de 860,000 muertes anuales.

El acceso a agua potable es un derecho humano fundamental, y mejorar la calidad del agua y los sistemas de saneamiento es crucial para prevenir enfermedades, reducir la mortalidad y promover la salud pública a nivel mundial. En áreas urbanas, el acceso a agua segura se mide por la proporción de la población con suministro de agua por tuberías en sus hogares. La urgencia de abordar este problema es evidente, y se requieren esfuerzos globales para garantizar el acceso universal a agua segura y saneamiento adecuado (OMS, 2006).

2.1.8. MANANTIALES

Es una corriente de agua que surge del suelo o manantial es una fuente de agua natural que emerge del suelo o entre las piedras. En el país, el manantial tiene otros términos como "manante", "puquio", "puquial", "ojo de agua", "afloramiento".(Valdivia, 2018)

Un manantial es una fuente, es un flujo de agua que emerge de un acuífero subterráneo o de entre las piedras, saliendo a la superficie. Algunos manantiales se forman por la infiltración de la lluvia, la nieve, o debido a rocas volcánicas, creando aguas termales. El volumen de algunos manantiales variará según las estaciones y la cantidad de lluvia, lo que puede hacer que las fuentes generadas por filtración se sequen durante épocas de

poca lluvia. Por otro lado, aquellos con un flujo abundante pueden ser utilizados para abastecer a la comunidad local (Aque, 2021).

2.1.9. AGUA POTABLE

El agua potable es aquella que puede ser ingerida de manera segura y cumple con los requerimientos humanos, ya que su estructura química está libre de contaminantes dañinos, tales como microorganismos, sustancias químicas o patógenos. La presencia de estos elementos puede representar un peligro para la salud, convirtiendo el agua en una amenaza, lo que subraya la relevancia de garantizar su potabilidad. Por ello, es fundamental evaluar y verificar la calidad del agua, en particular aquella destinada al consumo humano (Pérez, 2016).

2.1.10. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

Es la norma que determina el grado de concentración o la cantidad de un elemento, sustancia o parámetro físico-químico y biológico que existe en el agua, en su estado como cuerpo receptor, que no supone un peligro considerable para la gente y el entorno. Además, los criterios de calidad ambiental son requeridos para la implementación de cualquier tipo de herramienta de gestión ambiental (MINAM, 2017).

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), definidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM), determinan los niveles máximos de contaminantes permitidos en el entorno. Para controlar los valores de contaminantes en los cuerpos de agua, se estableció el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los estándares nacionales para la calidad del agua. Este decreto busca asegurar una gestión adecuada del recurso hídrico, implementando acciones preventivas y correctivas, y garantizando el suministro de agua.

2.1.11. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

La cantidad de elementos, sustancias o parámetros físicos-químicos y microbiológicos presentes en un efluente o emisión es un factor clave. Si estos niveles superan lo permitido, pueden generar riesgos para la salud humana, el bienestar y el entorno natural.

El Ministerio del Ambiente es la entidad encargada de establecer estos límites y tiene la autoridad legal para asegurar su cumplimiento, en colaboración con las instituciones que integran el sistema de gestión ambiental (Autoridad Nacional del Agua, 2020).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

2.2.1.1 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

PH

El pH, como también denominado potencial de hidrógeno, es una escala que permite medir el grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa, basándose en la concentración o acumulación de iones de hidrógeno (H^+) presentes. Esta escala numérica abarca de 0 a 14, donde un valor de 7 se considera neutro, indicando que la solución no es ni ácida ni básica. Valores menores a 7 señalan acidez, mientras que aquellos superiores a 7 reflejan alcalinidad o basicidad (Martorell, 2023).

TEMPERATURA

La temperatura es uno de los parámetros físicos más relevantes, ya que suele afectar el ritmo de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de sustancias, la formación de sedimentos, la desinfección y diversos procesos como la mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Diversos factores, en su mayoría ambientales, pueden provocar cambios en la temperatura del agua (Pradillo, 2016).

TURBIDEZ

La turbidez se define como la capacidad de pérdida de claridad en el agua, atribuida a la presencia de moléculas en suspensión. Este fenómeno puede ser provocado tanto por factores naturales como por intervenciones humanas. A medida que aumenta la concentración de partículas en suspensión en el agua, ésta pierde su pureza y se vuelve más turbia. La turbidez se considera un indicador significativo de la calidad del agua y su idoneidad para el consumo (Palomino, 2023).

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Es la habilidad que tiene el agua para transportar electricidad. Esto ocurre por las sales que contiene en solución. No es una característica única de una clase específica, sino que abarca a todas las sales disueltas. Por esta razón, hay una conexión entre la conductividad y la salinidad de una muestra de agua. La relación entre estos dos factores se determina mediante un coeficiente experimental que puede fluctuar entre 0,6 y 1, dependiendo de los componentes de la muestra de agua (Cirelli, 2020).

DUREZA

La dureza del agua es un indicador de la concentración de metales alcalinotérreos presentes, principalmente calcio (Ca) y magnesio (Mg), derivados de la disolución de rocas y minerales. Su unidad más común de medición es mg/L expresados como carbonato de calcio (CaCO_3). Se clasifica en distintos tipos dureza total, dureza carbonatada, dureza no carbonatada (Solís, 2018).

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Los sólidos totales disueltos (TDS) son un indicador clave de la calidad del agua, ya que representan la concentración de sales, minerales y compuestos orgánicos disueltos en una muestra. Estos afectan el sabor, la conductividad eléctrica y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos. Niveles elevados de TDS pueden provocar un sabor desagradable, corrosión en tuberías y formación de incrustaciones en equipos. Aunque no son contaminantes primarios, son esenciales para evaluar la potabilidad del agua. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) recomienda un límite máximo de 500 mg/L para garantizar que el agua sea segura y agradable al consumo humano. Por ello, el monitoreo constante de los TDS es crucial para preservar la calidad del agua y proteger la salud pública (Márquez et al., 2024).

NITRATOS Y NITRITOS

Las elevadas concentraciones de nitratos en el agua suelen presentarse en áreas rurales, debido a la descomposición de materia orgánica y al uso de fertilizantes. Cuando un cuerpo de agua recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno se encuentra principalmente en forma de nitrógeno amoniacal orgánico, que al entrar en contacto con oxígeno disuelto, se oxida progresivamente a nitritos y luego a nitratos. Este proceso de nitrificación está influenciado por la temperatura, el nivel de oxígeno disuelto y el pH del agua.

El nitrito es menos estable que el nitrato, siendo altamente reactivo y capaz de actuar como agente oxidante y reductor. Por ello, solo se encuentra en cantidades significativas en ambientes con bajo oxígeno. Esto explica por qué los nitritos se convierten rápidamente en nitratos, que suelen predominar en aguas superficiales y subterráneas. La oxidación puede ocurrir tanto en sistemas biológicos como por procesos abióticos. (Pradillo, 2016)

2.2.1.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Coliformes totales

Incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, bacterias gramnegativas y no esporulantes, los cuales son capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente elevadas de sales biliares, fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en un lapso de 24 horas a temperaturas de 35–37 °C. *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes constituyen un subgrupo del conjunto total de coliformes que tienen la capacidad de fermentar la lactosa a temperaturas más elevadas (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Coliformes termotolerantes o fecales

Las bacterias coliformes fecales, como *Escherichia coli*, se encuentran principalmente en el tracto intestinal de humanos y animales de sangre caliente. Fermentan lactosa a 44°C, generando ácido y gas. *E. coli* es un indicador clave de contaminación fecal, mientras que

Klebsiella, *Enterobacter* y *Citrobacter* desempeñan un papel secundario en la evaluación de la calidad del agua tratada (Pullés, 2014).

Escherichia coli

La monitorización del agua para consumo humano se realiza principalmente mediante el análisis de coliformes, que siguen siendo cruciales en la verificación y vigilancia. Los coliformes termotolerantes pueden reemplazar a la prueba de *E. coli* en ciertas situaciones. El agua potable no debe contener organismos indicadores de contaminación fecal. El monitoreo de *E. coli* o coliformes termotolerantes ofrece alta seguridad al detectar contaminación en aguas con altos niveles de estos microorganismos (Organización Mundial de la Salud, 2018).

2.3. MARCO NORMATIVO

- Ley General del Ambiente Ley N°.28611. Ley que establece los derechos y deberes de las personas y del Estado para proteger el ambiente y los recursos naturales.
- Decreto Supremo N°.006-2010, Reglamento De Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua. Este reglamento establece cómo se organiza y cómo funciona la ANA, un organismo público que se encarga de gestionar los recursos hídricos del Perú.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental del Agua. Establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua y establece disposiciones complementarias.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino - costeros.
- Resolución Jefatural N° 010-2016. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Este protocolo tiene como objetivo estandarizar la metodología para monitorear la calidad de los cuerpos de agua superficial.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave 2025, no es apta para el consumo humano.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - llave.
- Los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - llave.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área elegida para la investigación corresponde al centro poblado de Chucaraya, ubicado en la provincia de El Collao - llave, en el departamento de Puno. Situado a 3858 metros sobre el nivel del mar, el centro poblado de Churaya se localiza en el Altiplano, con coordenadas las siguientes coordenadas de UTM Norte 8213676 y Este 435371. Cabe destacar que en esta zona predomina la actividad ganadera, y el manantial es fundamental para abastecer de agua tanto a los habitantes como al ganado, asegurando así la subsistencia de las familias.

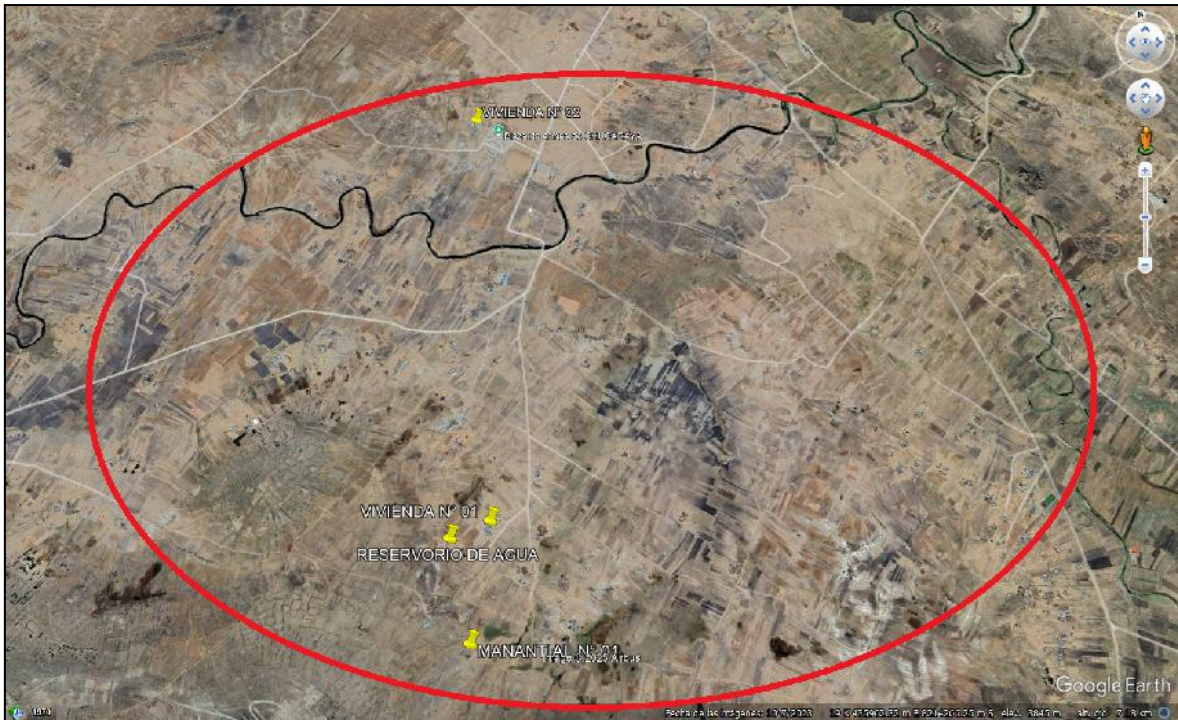


Figura 01: Ubicación Geográfica del área de estudio del centro poblado de Chucaraya

Fuente: captado por Google Earth.

3.1.1. LOCALIZACIÓN

- **Centro Poblado:** Chucaraya
- **Distrito:** llave
- **Provincia:** El Collao
- **Departamento:** Puno
- **ID del Centro poblado:** 84
- **Clasificación según INEI:** Rural
- **Latitud:** -69.59277
- **Longitud:** -16.150737

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Para este estudio, la población estará constituida por un manantial, el reservorio, primera y segunda vivienda del Centro Poblado Chucaraya.

3.2.2. MUESTRA

La muestra para el presente estudio será la misma que la población, y será de muestreo no probabilístico y por conveniencia.

Tabla 01: Coordenadas y de los punto de recolección de muestras

PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	COORDENADAS DE UTM	ALTITUD (m.s.n.m)	CANTIDAD DE LA MUESTRA
MANANTIAL 01	E 435494.00	3882	1L
	N 8213143.00		
RESERVORIO	E 435371.00	3864	1L
	N 8213677.00		
VIVIENDA 01	E 435509.00	3860	1L
	N 8213712.00		
VIVIENDA 02	E 435682.00	3846	1L
	N 8215361.00		



Figura 02: Ubicación de los puntos a monitorear.

Fuente: Google Earth Pro.

En la Tabla N°01 se presenta la lista correspondiente al cuerpo de agua objeto de estudio. Asimismo se incluye la ubicación de los puntos de muestreo en el sistema de coordenadas universal de Mercator, expresada en marcadores Este y Norte, conforme al estándar geodésico WGS84, así como la altitud de dichos puntos, que se expresa en metros sobre el nivel del mar, seguido de la recolección de la muestras que se expresa en Litros, en unidad de volumen del sistema métrico decimal.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1 MÉTODOS

Tipo de Investigación: Se llevó a cabo una investigación de carácter descriptivo transversal, con el fin de analizar de manera detallada los datos recopilados y facilitar la interpretación de los resultados obtenidos.

Diseño de Investigación: El propósito del estudio consiste en evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del manantial y reservorio ubicados en el centro poblado

de Chucaraya. Para ello, se optó por un diseño no experimental, ya que el tema de investigación cuenta con un respaldo teórico sólido.

De acuerdo con (Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio, 2014) la investigación no experimental “es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal como se dan en un contexto natural, para después analizarlos” (p.270). Estos mismos autores señalan que los diseños de investigación transversales “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p.289).

Método de Investigación:

- Deductivo - analítico

3.3.2. MATERIALES

Equipos e instrumentos:

- Multiparametro
- GPS (garmin)
- Camara fotografica
- Laptop
- Celular

Materiales:

- Libreta de campo
- Linterna de mano
- Bolígrafo, rotuladores
- Mascarillas quirúrgicas
- Guantes de látex desechable
- Zapatos de seguridad
- Botas de jebe

- Cooler
- Lentes de seguridad
- Cinta masking
- Casco de seguridad
- Hielo
- Agua destilada

3.4. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS

3.4.1. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS

Objetivo específico 01: Metodología para “Analizar los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave. El método de toma de muestras que se utilizó en el trabajo de investigación, fue de acuerdo al “Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales” (Resolución jefatural N° 010-2016-ANA).

Se tuvo en cuenta la seguridad en el trabajo de campo y se tomaron las medidas adecuadas como el uso de guantes y mascarillas para evitar la contaminación de las muestras.

Las muestras se recogieron en un recipiente de plástico con una capacidad de 1L, antes de tomar la muestra, el recipiente fue previamente enjuagado 2 a 3 veces con el agua de muestra para eliminar posibles sustancias existentes en el interior del recipiente y se llenaron completamente los recipientes, Luego de obtener las muestras se procedió a llenar los datos generales para identificar la muestra, los datos fueron colocados en la etiqueta según el tipo de muestra, fecha, hora, nombre del responsable de la toma de muestra y tipo de análisis requerido.

Se colocaron las etiquetas con una cinta adhesiva en los recipientes de la muestras, luego se colocaron los recipientes en el cooler para que las muestras se mantengan en una temperatura de 5° C a 3° C, luego se procedió a llenar el formulario de cadena de

custodia, el informe de muestreo, y se enviaron las muestras al laboratorio donde se desarrollaron los análisis.

toma de muestra en grifos de agua:

Se usaron guantes y mascarillas para evitar la contaminación de la muestra.

- Se limpiaron adecuadamente el grifo y posteriormente se realizó la desinfección utilizando un mechero de alcohol y se limpiaron con alcohol al 70% para garantizar la desinfección.
- Se dejó fluir el agua entre 2 y 3 minutos antes de obtener la muestra en los envases.
- El recipiente fue previamente enjuagado 2 a 3 veces antes de obtener las muestras.
- Se recolectó la muestra directamente en la botella esterilizada.
- Las muestras obtenidas fueron colocadas inmediatamente en el cooler.
- Se enviaron las muestras al laboratorio donde se desarrollaron los análisis.

Medición de los parámetros de campo:

Los parámetros a medir en campo fueron: pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto.

Los equipos de muestreo fueron lavados con agua destilada inmediatamente después de su uso y, adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones.

Muestra del Manantial

Se usaron guantes y mascarillas para evitar la contaminación y se utilizó el instrumento directamente en el cuerpo de agua para obtener los parámetros como: pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, luego de dar lectura de los valores obtenidos del multiparámetro, se registraron los datos de forma inmediata en el formato de registro de datos de campo (anexo 2).

Muestra de los grifos de agua

- Se utilizaron guantes y mascarillas para evitar la contaminación de la muestra.

- Se hizo limpieza adecuadamente la salida del grifo de agua y posteriormente se realizó la esterilización por calor seco utilizando un mechero de alcohol y se limpiaron con alcohol al 70% para garantizar la desinfección.
- Se dejó fluir el agua entre 2 a 3 minutos antes de obtener la muestra en el balde limpio y transparente, luego de obtener la muestra de agua en el balde se procedieron medir los parámetros con un multiparámetro y el registro de datos obtenidos se realizaron de forma inmediata en el formato de registro de datos de campo (anexo 2).

Muestra de los grifos de agua

- Se utilizaron guantes y mascarillas para evitar la contaminación de la muestra.
- Se realizó una limpieza adecuada la salida del grifo de agua y posteriormente se realizó la esterilización por calor seco utilizando un mechero de alcohol y se limpiaron con alcohol al 70% para garantizar la desinfección.
- Se dejó fluir el agua entre 2 a 3 minutos antes de obtener la muestra en el balde limpio y transparente, luego de obtener la muestra de agua en el balde se procedieron a medir los parámetros con un multiparámetro y el registro de datos obtenidos se realizaron de forma inmediata en el formato de registro de datos de campo (anexo 2).

Objetivo específico 02: Metodología para “Evaluar los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave”.

Para la obtención de la muestra de los grifos de agua se utilizaron guantes y mascarillas para evitar la contaminación de la muestra.

El grifo se limpió adecuadamente con alcohol al 70% para desinfección y se dejó correr el agua durante 2-3 minutos antes de tomar la muestra. Estas se recolectaron en botellas de vidrio esterilizadas (proporcionadas por el laboratorio), llenándose lentamente hasta 200

ml tras reducir el flujo. No fueron enjuagados con el agua a muestrear para preservar el conservante, y no se destaparon horas antes del muestreo.

Rotulado etiquetado y refrigeración

Posteriormente al monitoreo, los recipientes serán rotulados con etiquetas.

Los frascos fueron almacenados verticalmente en cajas térmicas para evitar derrames y exposición solar. Los recipientes de vidrio se van a embalar con cuidado. Las muestras se conservaron de 3°C a 5°C con hielo en bolsas herméticas, y se enviaron al laboratorio para su análisis.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La investigación actual es no experimental y su diseño es de tipo descriptivo analítico.

Tabla 02: Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
V.INDEPENDIENTE	Parámetros físicos	Conductividad Eléctrica	µS/cm
		Temperatura	°C
		Turbidez	NTU
		Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L
		Oxígeno Disuelto	mg/L
	Parámetros químicos	pH	Unidad de pH
		Dureza total	mg/L
		Nitratos	mg/L
		Cloruros	mg/L
		Sulfatos	mg/L

		Hierro	mg/L
		Manganeso	mg/L
		Coliformes totales	NMP/100 mL.
	Parámetros microbiológicos.	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL.
V. DEPENDIENTE	Calidad del agua	Contaminación por actividades antrópicas	

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

OBJETIVO ESPECÍFICO 01: Analizar los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - Ilave.

Tabla 03: Resultados de los parámetros fisicoquímicos de los 04 puntos de monitoreo manantial, reservorio, vivienda 01 vivienda 02 del Centro poblado de Chucaraya - Ilave.

Parámetros	Und Medida	Mana ntial	Reserv	Viv. 01	Viv. 02	Prom	ECA Cat-1 Subcat-A1
Ph	Und pH	7.28	7.34	7.33	7.29	7.31	6.5 - 8.5
C.E	μS/cm	480.00	570.00	560.00	520.00	532.50	1500
Temperatura	°C	14.10	14.00	13.90	14.10	14.03	
Turbidez	NTU	0.15	0.22	0.22	0.22	0.20	5
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	240.00	280.00	280.00	260.00	265.00	1000
Oxígeno Disuelto	mg/l	07.09	7.12	7.10	7.15	7.12	>=6
Dureza Total	mg/l	167.20	195.50	185.20	200.10	187.00	500
Nitratos	mg/l	0.08	0.06	0.06	0.07	0.07	50
Sulfatos	mg/l	224.00	204.00	164.00	160.00	188.00	250
Cloruros	mg/l	17.20	25.64	25.53	22.69	22.77	250

Hierro	mg/l	0.08	0.06	0.04	0.03	0.05	0.3
Manganeso	mg/l	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.4

De acuerdo a los resultado de la tabla N° 3, los resultados obtenidos del análisis de agua, comparándolos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua – Categoría 1, Subcategoría A1 (agua destinada al consumo humano sin tratamiento o con desinfección simple), el pH 7.31 está dentro del rango adecuado, Conductividad Eléctrica 532.50 se encuentra muy debajo del límite, sin indicios de contaminación, turbiedad 0.20 es muy baja, nos indica una excelente claridad del agua, sólidos totales disueltos 250.00 se encuentra por debajo del límite, oxígeno disuelto 7.32 nos indica una buena oxigenación y es favorable para la vida acuática, dureza 192.08 está dentro del límite; agua medianamente dura, nitratos 0.13 el resultado nos indica que esta por muy debajo del límite, no hay contaminación por fertilizantes, sulfatos 2.13 se encuentra dentro del límite, cloruros 22.7 está debajo del límite, hierro 0.05 nos indica que está dentro del valor permitido, manganeso 0.02 cumple con el estándar.

OBJETIVO ESPECÍFICO N° 02 Evaluar los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya- llave.

Tabla 04: Resultados de los parámetros microbiológicos de los 04 puntos de monitoreo manantial, reservorio, vivienda 01 vivienda 02 del Centro poblado de Chucaraya - llave.

Parámetros	Und Medida	Manantia l	Res v	Viv. 01	Viv. 02	Promedi o	ECA
							Cat-1 Subcat-A 1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	160	170	170	180	170	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	70	72	73	72	71.75	20

De acuerdo a los resultado de la tabla N° 4, los resultados obtenidos del análisis de agua, comparándolos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua - Categoría 1, Subcategoría A1 (agua destinada al consumo humano sin tratamiento o con desinfección simple), los coliformes totales 170NMP/100ml según los resultados en todos los punto de recolección de muestra superan el límite máximo permitido por el ECA esto indica un contaminación generalizada del sistema de agua (fuente almacenamiento y distribución), la presencia de coliformes totales indica contaminación ambiental o fecal reciente, ya sea por infiltración por aguas negras, presencia de animales cerca de la fuente de captación, o manipulación inadecuada, los coliformes termotolerantes 71NMP/100ml, nos indica que hay una contaminación directa por materia fecal, lo que implica de presencia de patógenos. El hecho de que los niveles sean similares en todos los puntos (manantial, reservorio, la primera vivienda y la última vivienda) del centro poblado de Chucaraya nos

indica que la contaminación está presente desde el origen, y no es solo un problema en la distribución.

4.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

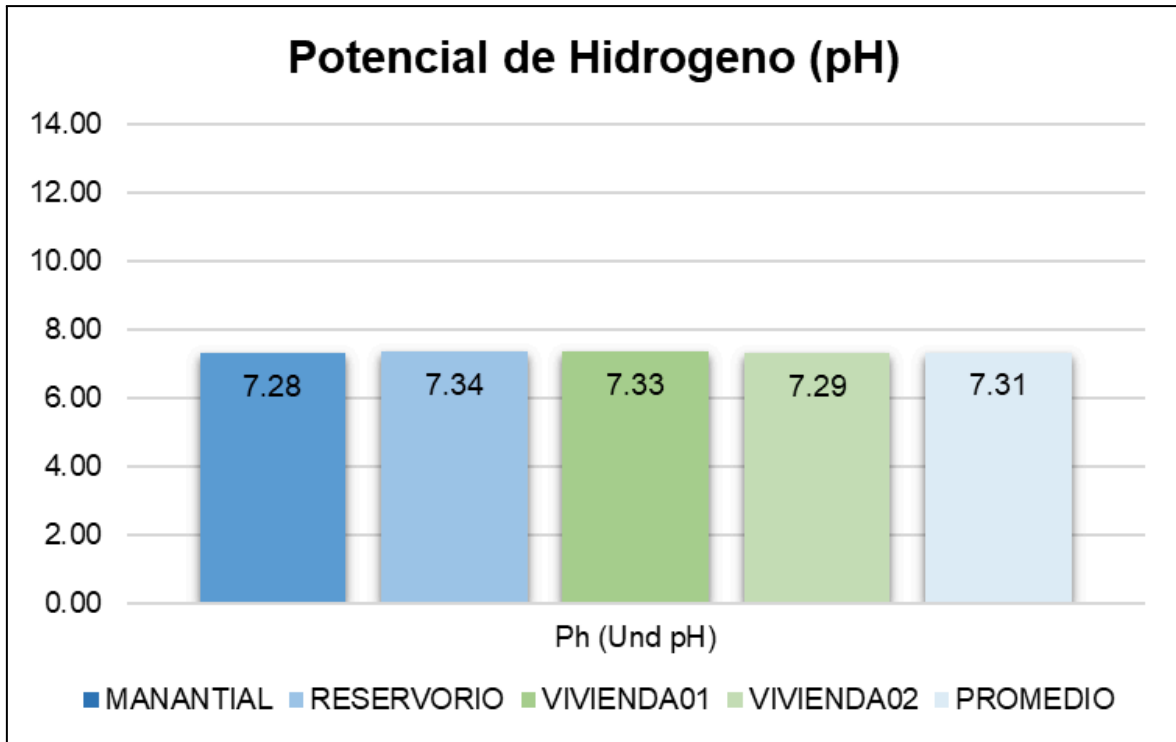


Figura 03: Representación gráfica de los valores de Potencial de Hidrógeno

Interpretación. En la Figura 03 muestra los resultados obtenidos para el parámetro promedio de pH, que es de 7.31. Este valor, junto con los demás datos recolectados, indica que todos los rangos se encuentran dentro del límite establecido de 6.5 a 8.5, según el DS.N°004-2017-MINAN. Los valores de pH cercanos a 7 indican un agua neutra, lo cual se considera óptimo para el consumo humano. Estos resultados coinciden con estudios previos, como los de Iturralde (2024), quien reportó un pH de 6.5, y Correia (2022), con un pH de 6.9.

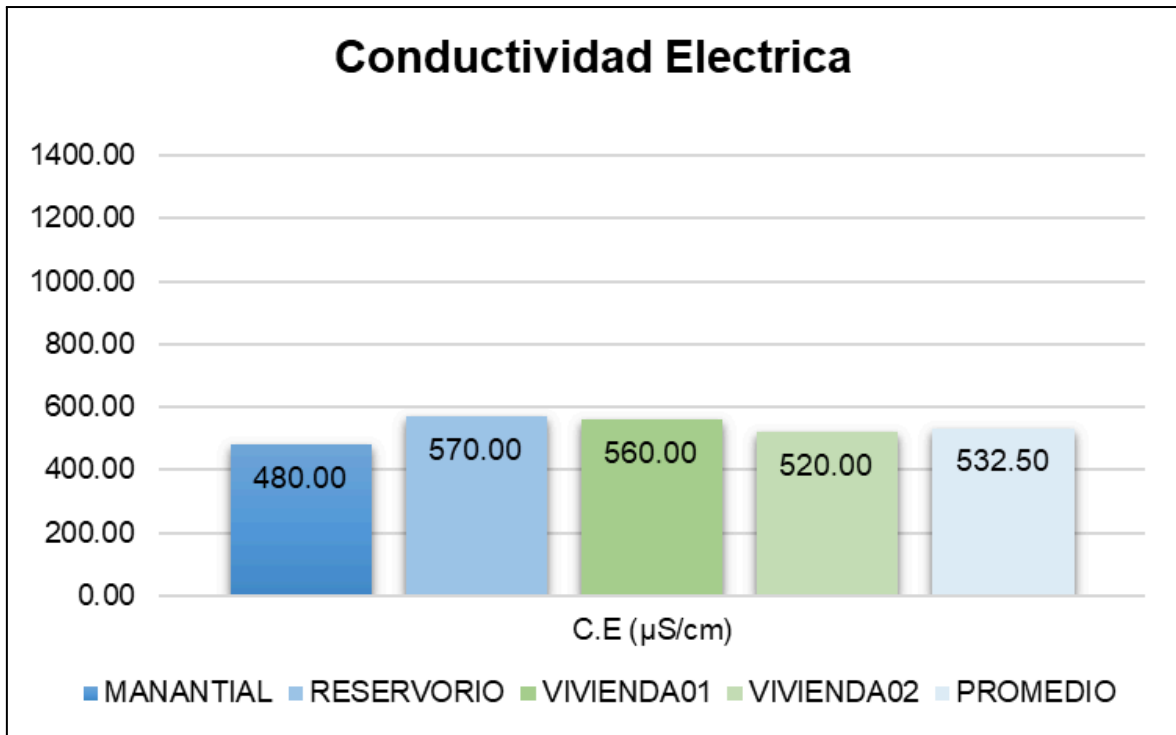


Figura 04: Representación gráfica de los valores de Conductividad Eléctrica.

Interpretación. En la Figura 04 muestra los resultados obtenidos del parámetro de Conductividad Eléctrica, que es de 532.50 μS/cm que es un valor promedio, nos indica que todos puntos evaluados están muy por debajo del límite permitido de 1500 μS/cm, por lo que cumplen con el ECA Categoría A1. Esto indica que el agua no presenta una carga iónica elevada ni una concentración excesiva de sales disueltas. Este valor se encuentra por encima de los resultados obtenidos por Adriazola (2024), quien reportó una conductividad eléctrica variando entre 363 μS/cm (M1), 385 μS/cm (M2), 401 μS/cm (M3) y 427 μS/cm (M4). De manera similar Calla (2020), encontró valores más bajos, con 120 μS/cm y 222.2 μS/cm.

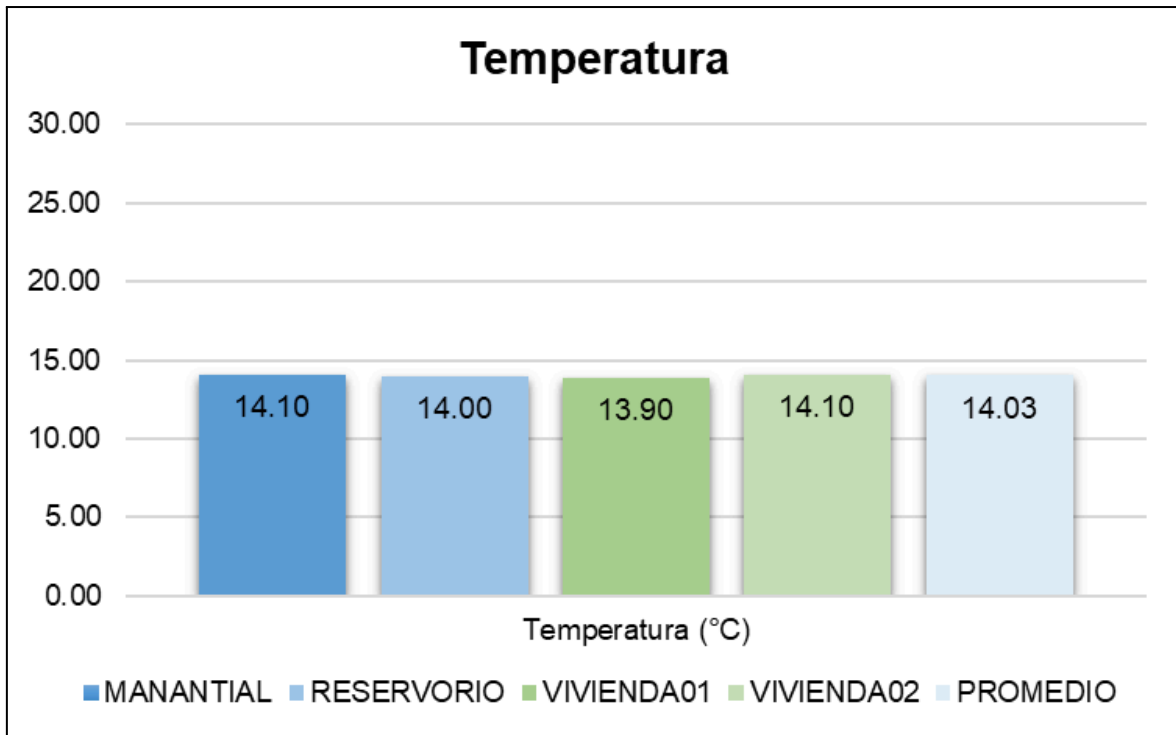


Figura 05: Representación gráfica de los valores de Temperatura °C

Interpretación. En la figura N° 05 muestran los resultados obtenidos del parámetro temperatura 14.10°C, 14.00°C, 13.90°C, 14.10°C y el promedio de 14.03°C. Este valor, junto con los demás valores recolectados, indica que los rangos de temperatura se mantienen estables y homogéneos en toda la red con diferencias mínimas (0,2 °C). Estos resultados coinciden con estudios previos, como los de Escobar (2024), quien reportó una temperatura de 14.03 °C. Esta concordancia sugiere una estabilidad en la temperatura del agua en la región o puntos de muestreo similares entre ambos estudios.

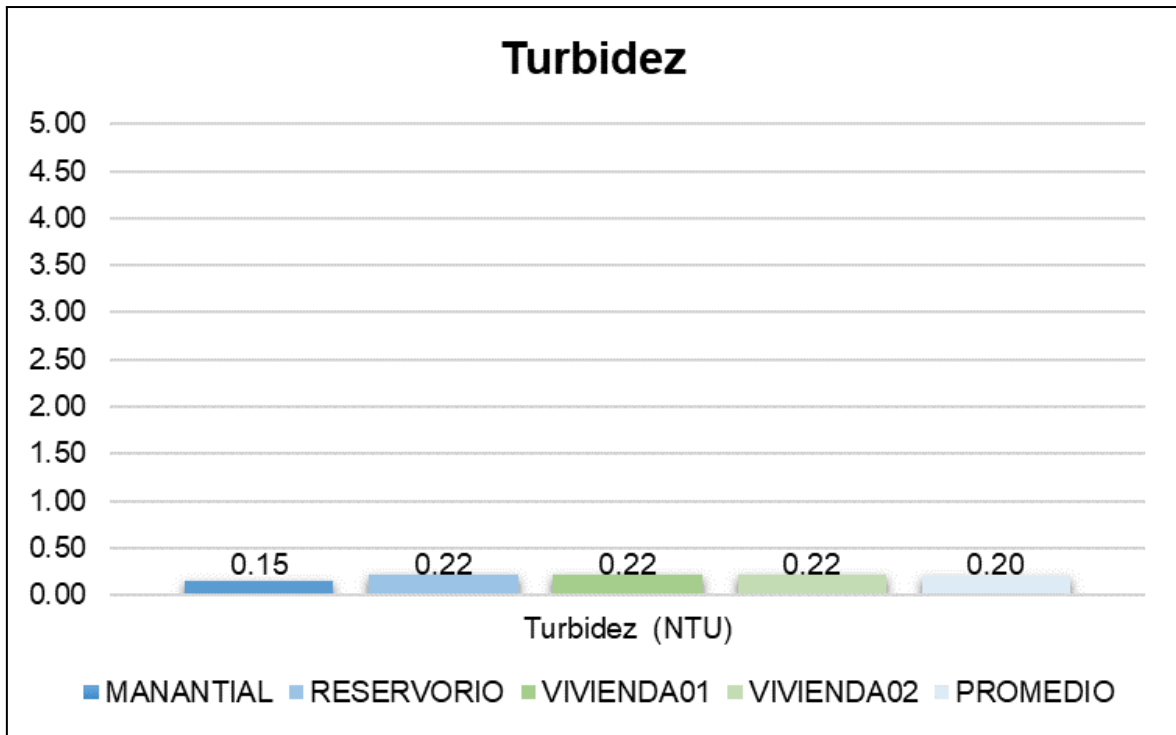


Figura 06: Representación gráfica de los valores de Turbidez

Interpretación. En la figura 06 muestran los resultados obtenidos para el parámetro promedio de turbidez, que es de 0.20 NTU. Este valor, junto con los demás datos recolectados, indica que los niveles de turbidez se encuentran dentro de los límites permisibles para agua potable según la normativa peruana, como el DS. N°004-2017-MINAM (que establece límites para la calidad del agua). Una turbidez baja es crucial para el consumo humano. Estos resultados discrepan de los reportados por López (2022), quien encontró un valor más alto de 0.36 NTU. Sin embargo, nuestros hallazgos coinciden estrechamente con los de Consa (2024), quien obtuvo un valor de 0.21 NTU. Esta variabilidad podría deberse a diferencias estacionales, o la ubicación específica de los puntos de muestreo

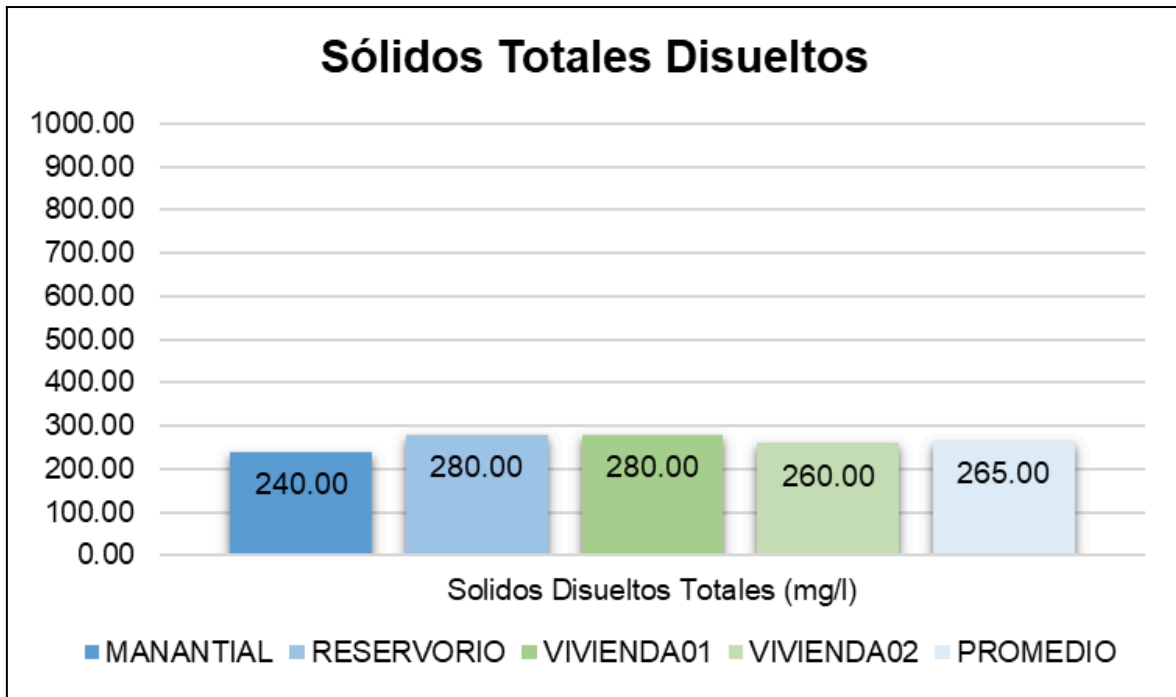


Figura 07: Representación gráfica de los valores de Sólidos Disueltos Totales

Interpretación. En la figura 07 muestran los resultados obtenidos del parámetro Sólidos Disueltos Totales, con un promedio de 265.00mg/l, lo cual indica que todos los valores se encuentran muy por debajo del límite máximo permitido (1000 mg/l). Esto significa que el agua cumple con el ECA A1 en cuanto a sólidos disueltos, siendo apta para el consumo humano. Los resultados obtenidos en SDT discrepan con los resultados obtenidos por Palomino (2023), quien encontró un valor superior de 484.56 mg/L. De manera similar, mis resultados también discrepan significativamente de Contreras et al., (2023), que registró 67.10 mg/L, y de Escobar (2024), con 51.10 mg/L, ambos considerablemente inferiores a los resultados obtenidos.

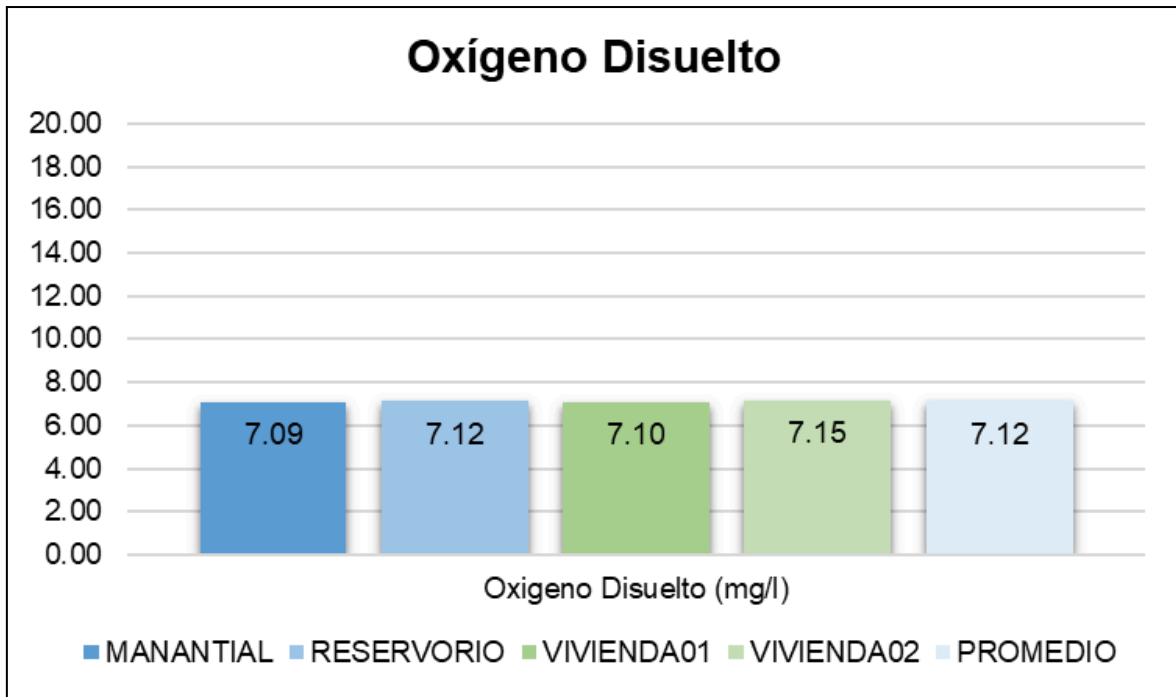


Figura 08: Representación gráfica de los valores de Oxígeno Disuelto (OD)

Interpretación En la figura N° 08 muestran los resultados obtenidos del parámetro Oxígeno Disuelto (OD), todos los valores registrados están por encima del mínimo exigido por el ECA 6,0mg/l. Esto indica que el agua cuenta con una buena oxigenación natural. El OD disminuye levemente desde el manantial 7,09mg/l hasta el reservorio 7,12mg/l y viviendas (alrededor de 7,1). Los resultados obtenidos discrepan a los resultados reportados por, Pimentel (2024), encontró un valor de 6.82 mg/L, Palomino (2023), reportó 5.72 mg/L y Mamani (2025), obtuvo un valor significativamente más bajo de 2.53 mg/L.

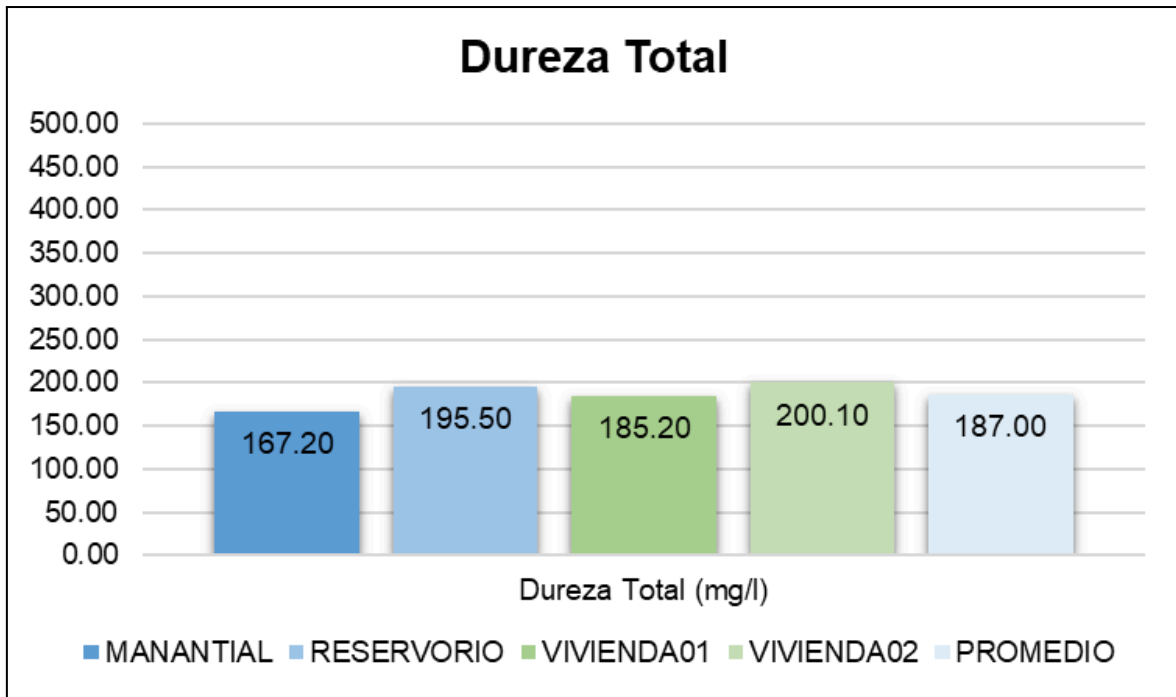


Figura 09: Representación gráfica de los valores de Dureza total.

Interpretación. En la figura 09 se muestran los resultados obtenidos del parámetro dureza total, Manantial: 167,20 mg/l, reservorio: 195,50 mg/l, vivienda 01: 185,20 mg/l, vivienda 02: 220,10 mg/l y con un promedio de 187.00mg/l, el límite según ECA Categoría A1: ≤ 500 mg/l, donde todos los valores de dureza están muy por debajo del límite máximo permitido (500 mg/l). por tanto, cumplen con el ECA A1 para agua destinada al consumo humano. Los resultados obtenidos para la dureza total discrepan significativamente de los valores reportados en la mayoría de los estudios previos. Por ejemplo, López (2022) y Paxi (2025) encontraron valores considerablemente más bajos, con 3.2 mg/l y 4.17 mg/l. De igual manera, Escobar (2024), reportó un valor de 59.68 mg/L, el cual también es notablemente inferior. Sin embargo, los resultados obtenidos del centro poblado de Chucaraya, son inferiores a los resultados obtenidos por Palomino (2023), que arrojó un valor muy alto de 584.10 mg/L.

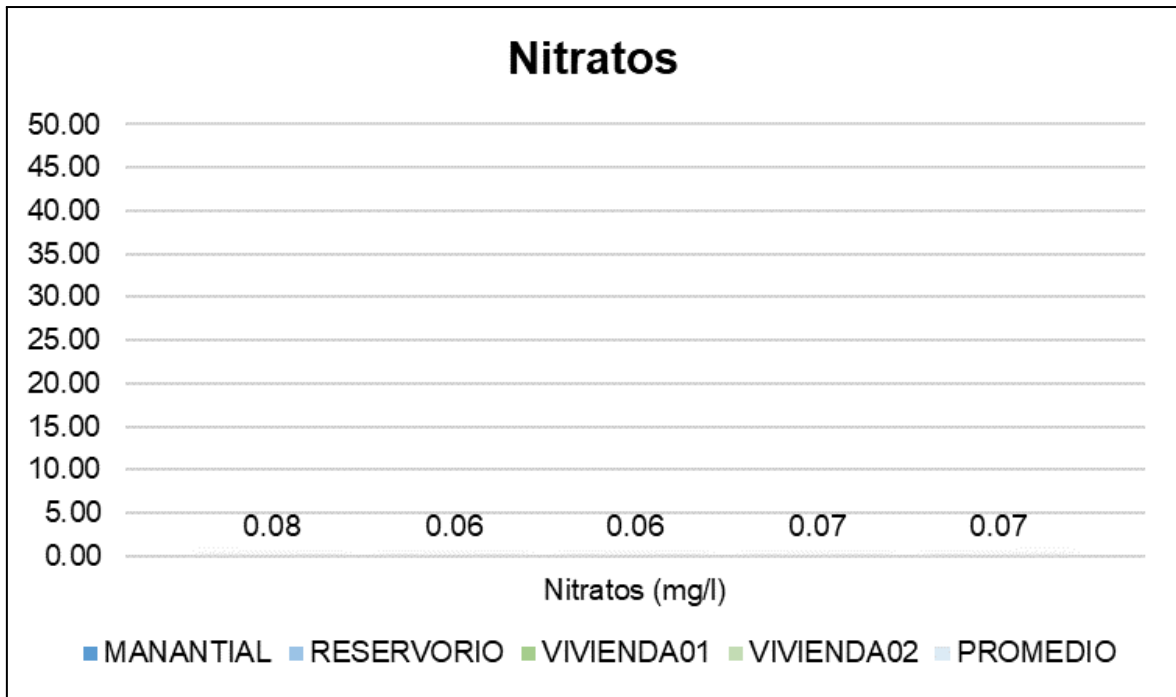


Figura 10: Representación gráfica de los valores de Nitratos

Interpretación. En la figura se muestran los resultados obtenidos del siguiente parámetro: nitratos donde todos los valores están muy por debajo del límite máximo permitido (50 mg/l). Por tanto, el agua cumple completamente con el ECA A1 en cuanto a nitratos, y no representa un riesgo para la salud. (todos por debajo de 0,3 mg/l) indican mínima o nula influencia de actividades contaminantes. El agua del Centro Poblado de Chucaraya presenta niveles muy bajos de nitratos, muy por debajo del límite del ECA A1. Los resultados obtenidos para el parámetro de nitratos discrepan de manera significativa de algunos estudios previos, mientras que coinciden con otros. Los resultados obtenidos de la muestra de agua de C.P de Chucaraya son considerablemente más altos que los de Iturralde (2024), quien reportó un valor muy bajo de 0.004 mg/L. No obstante, los valores obtenidos se acercan mucho a los de López (2022), que encontró 0.06 mg/L, lo que sugiere una consistencia entre estos dos estudios. La mayor discrepancia se observa con Paxi, (2025), que reportó un valor extremadamente alto de 18.30 mg/L.

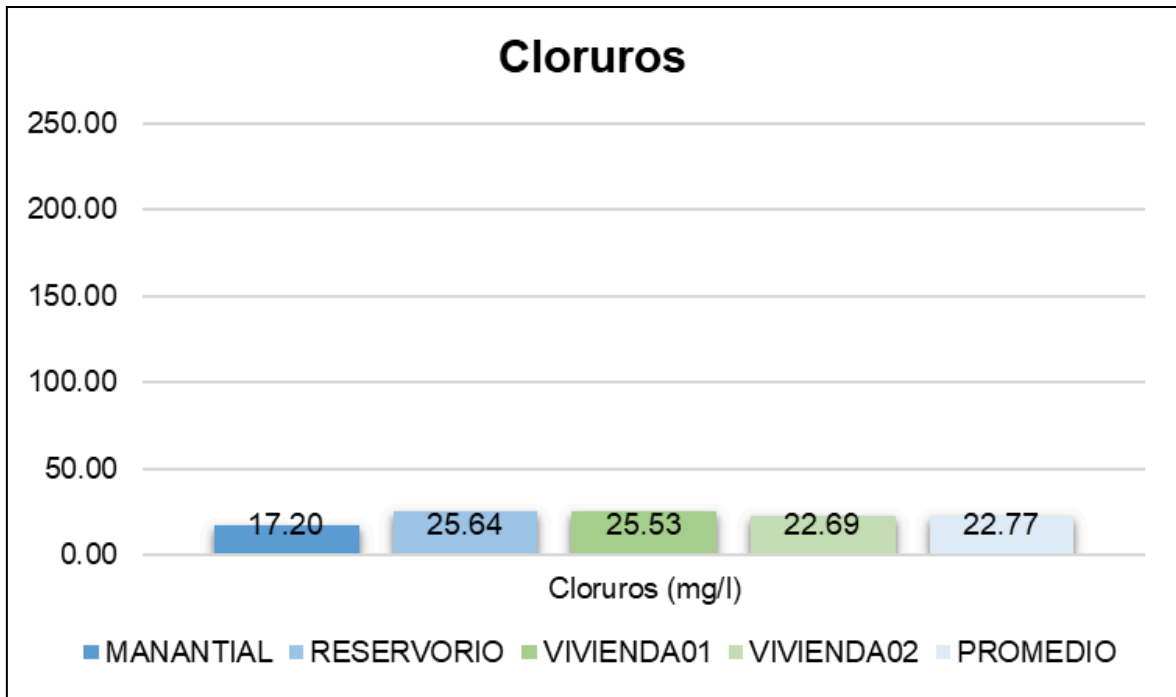


Figura 11: Representación gráfica de los valores de Cloruros

Interpretación. En la figura 11 se muestran, los resultados obtenidos para el parámetro promedio de cloruros es de 22.77 mg/L. Este valor, junto con los demás datos recolectados, indica que los niveles de cloruros en el agua se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para el consumo humano, según el DS. N°004-2017-MINAM. Se observa un aumento de cloruros del manantial (17,2 mg/l) al reservorio y viviendas (hasta 25,6 mg/l). Los resultados obtenidos en el C.P de Chucaraya discrepan de manera significativa de los valores reportados en la mayoría de los estudios previos. Específicamente, de este estudio son superiores a los de Contreras (2023), quien reportó un valor más bajo de 15.30 mg/L. De manera más notable, nuestros valores son considerablemente inferiores a los de Escobar(2024), que encontró una concentración muy alta de 57.38 mg/L.

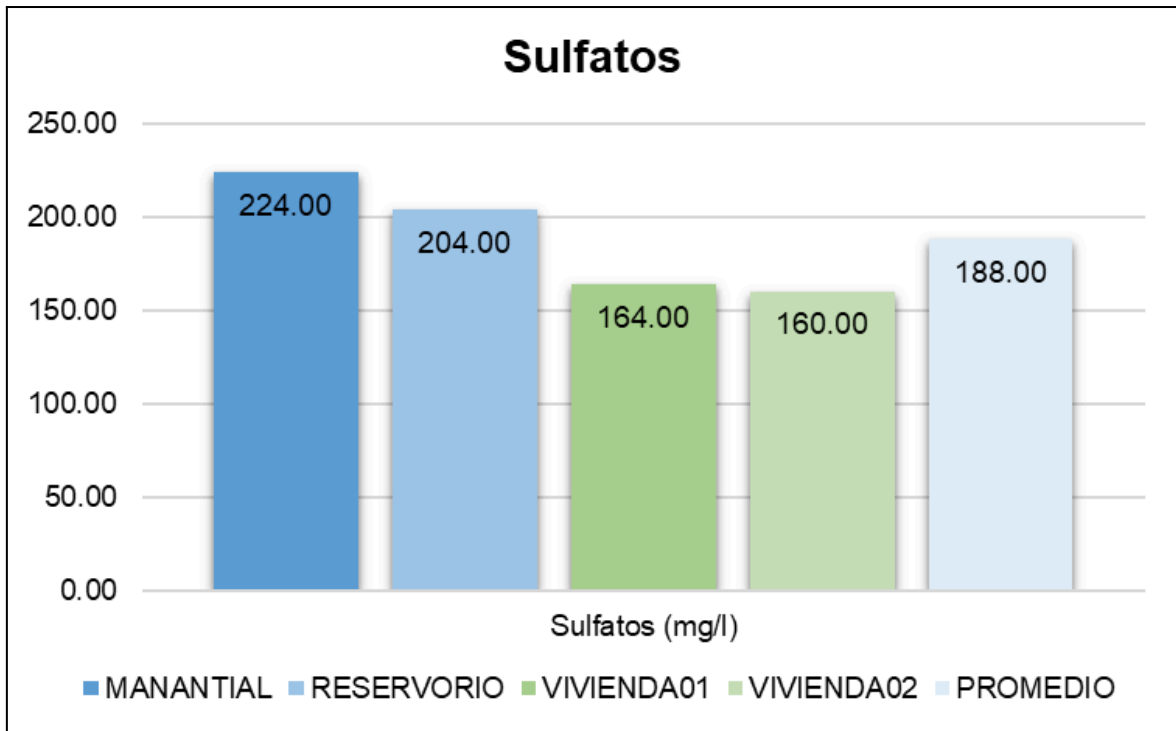


Figura 12: Representación gráfica de los valores de Sulfatos

Interpretación. En la figura 12 se muestran los resultados obtenidos para el parámetro promedio de sulfatos es de 188.00 mg/L. Este valor, junto con los demás datos recolectados, indica que los niveles de sulfatos en el agua se encuentran dentro de los límites permisibles para el consumo humano, según el DS. N°004-2017-MINAM. Sin embargo, los niveles de sulfato encontrados en el estudio se mantienen dentro de un rango seguro para la salud y no presenta una concentración de sulfatos que comprometa su calidad para el consumo humano.

Los resultados obtenidos para parámetro sulfatos discrepan notablemente de los valores reportados en los estudios de Calla (2020), con 0.5 mg/L, y de López (2022), con 0.98 mg/L, son notablemente inferiores a las nuestras obtenidas en el C.P de Chucaraya y son mucho más altos que los de Escobar (2024), que reportó una concentración de 18 mg/L. Esta gran discrepancia sugiere una variabilidad considerable en los niveles de sulfatos en la región, que podría estar influenciada por la composición geológica local.

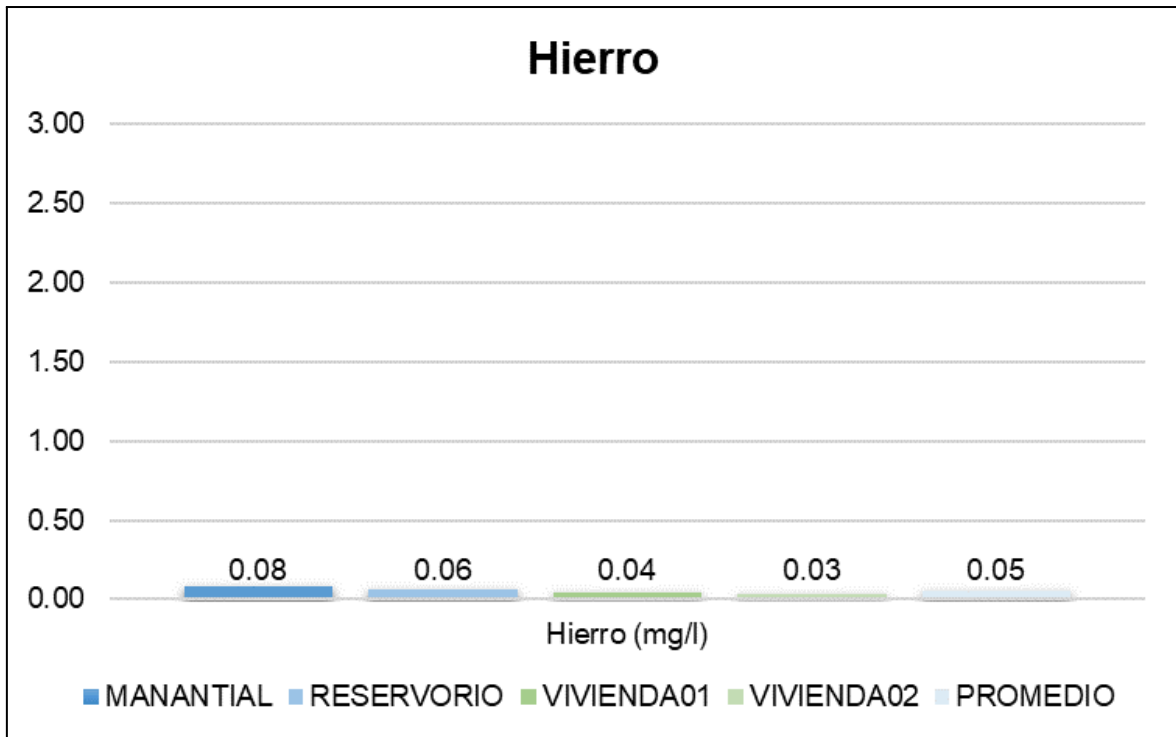


Figura 13: Representación gráfica de los valores de Hierro.

Interpretación. En la figura 13 se muestran los resultados obtenidos para el parámetro promedio de hierro que es de 0.05mg/l. Este valor, junto con los demás datos recolectados, indica que los niveles de hierro en el agua se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles para el consumo humano, según el DS. N°004-2017-MINAM. Los resultados del parámetro hierro del C.P de Chucaraya discrepan de manera significativa de los hallazgos de algunos estudios previos, mientras que coinciden con otros. Específicamente, nuestros valores son mucho más bajos que los de Calla (2020), quien reportó una concentración de 0.585mg/l. Por otro lado, los resultados del C.P de Chucaraya coinciden con los resultados obtenidos por Consa (2024), con 0.023mg/l, y López (2022), que encontró 0.03mg/l.

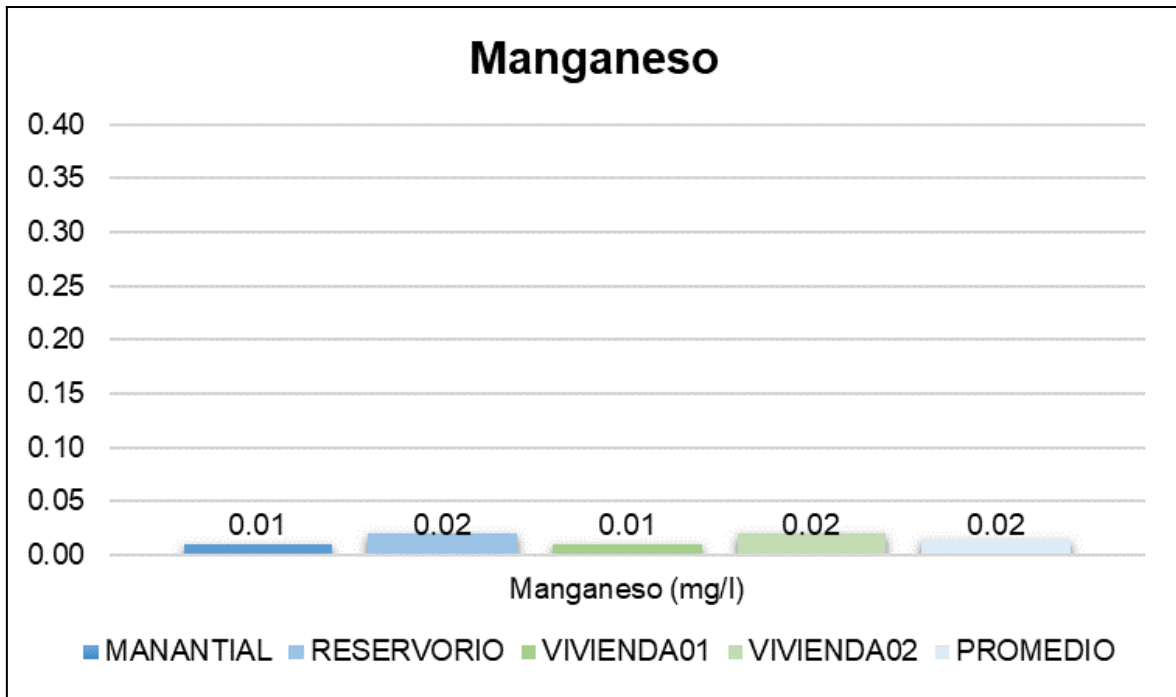


Figura 14: Representación gráfica de los valores de Manganeso

Interpretación. En la figura 14 muestran los resultados obtenidos para el parámetro promedio de manganeso son de 0.02 mg/L. Este valor, junto con los demás datos recolectados, indica que los niveles de manganeso en el agua se encuentran por debajo del límite máximo permisible para el consumo humano, según el DS. N°004-2017-MINAM. De tal modo que estos resultados del parámetro manganeso del C.P de Chucaraya discrepan de los resultados obtenidos por de Consa (2024), quien reportó una concentración mucho más baja de 0.0004 mg/L. A pesar de las diferencias con los estudios previos, los resultados confirman que el agua en la zona de estudio no presenta una concentración de manganeso que comprometa su calidad para el consumo humano.

4.2. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

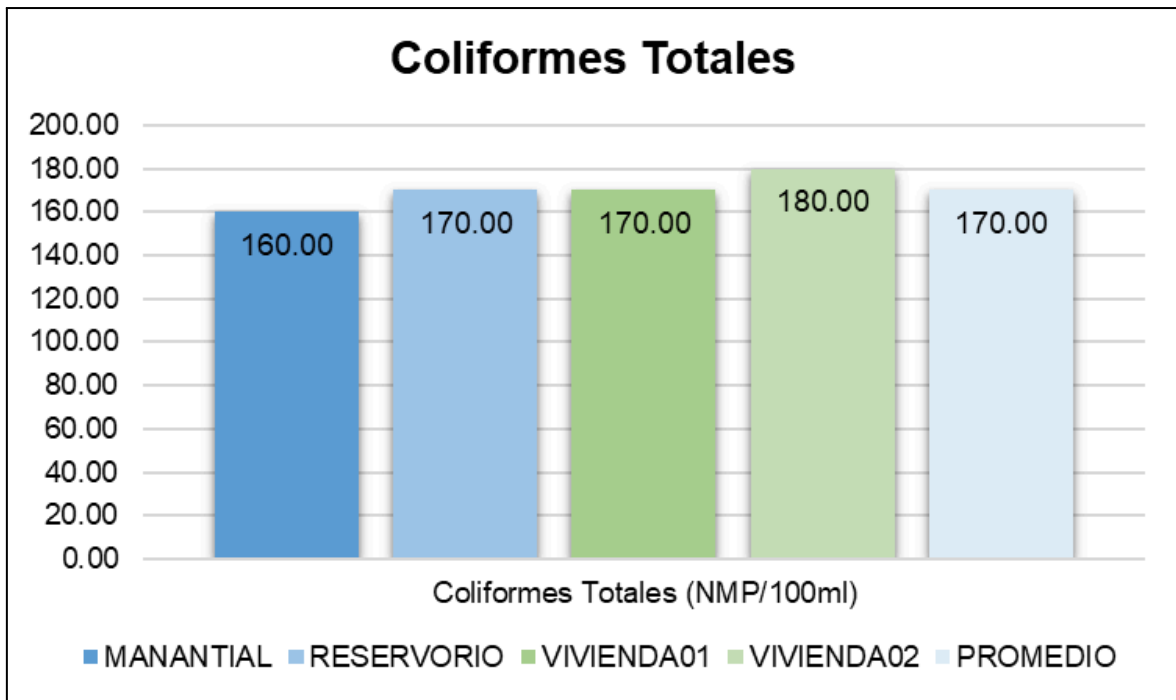


Figura 15: Representación gráfica de los valores de Coliformes totales.

Interpretación. En la figura 15 muestran los resultados obtenidos del siguiente parámetro: coliformes totales. Todos los valores exceden ampliamente el límite permitido de 50 NMP/100 ml. Hay una ligera pero constante elevación desde el manantial (160) hasta vivienda 02 (180), lo que indica que no solo el manantial está contaminado, sino que la red de distribución también puede contribuir a la proliferación bacteriana. Por tanto, el agua NO cumple con el ECA Categoría A1 en cuanto a calidad microbiológica.

Los resultados obtenidos de coliformes totales en el C.P de Chucaraya discrepan, a los resultados reportados de Palomino (2023), halló un valor de 33NMP/100ml coliformes totales, según las normativas del D.S. N.º 004-2017-MINAM. E indica que no es apto para el consumo humano. Por otro lado, los resultados del presente estudio son inferiores, a los reportados por Alcca (2023), donde se encontraron niveles con un promedio de 1300 NMP/100ml.

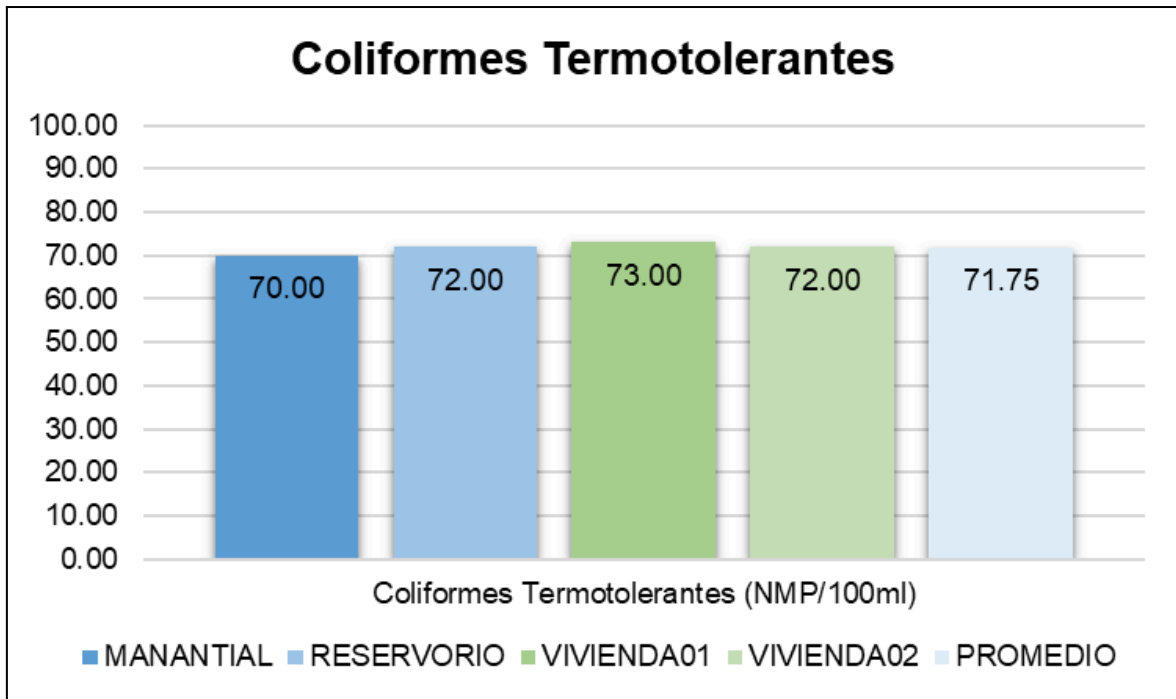


Figura 16: Representación gráfica de los valores de Coliformes termotolerantes.

Interpretación En la figura 16 muestran los resultados obtenidos para el parámetro de coliformes termotolerantes es de 72 NMP/100ml promedio. Estos valores, junto con los demás datos recolectados, indican que el agua no cumple con los estándares de calidad microbiológica para el consumo humano, ya que el DS. N°004-2017-MINAM exige un máximo de 20 de coliformes termotolerantes en 100 ml de muestra. La presencia de estos microorganismos es un indicador de contaminación fecal, lo cual representa un riesgo directo para la salud de la población. Los resultados para coliformes termotolerantes discrepan con los resultados reportados por Palomino (2023), con 33 NMP/100ml, y de Mamani (2025), con 20 NMP/100ml y 30 NMP/100ml, son considerablemente más bajos. Esta discrepancia puede deberse a la presencia de una fuente de contaminación fecal más reciente o concentrada en nuestra área de muestreo.

4.3. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. COMPARACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Planteamiento de la hipótesis general

HIPÓTESIS NULA H_0 : La calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave 2025, es apta para el consumo humano.

HIPÓTESIS ALTERNA H_a : La calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave 2025, no es apta para el consumo humano

Según los datos presentados en las Tablas 03 y 04, al analizar el cumplimiento del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS 004-2017-MINAM) en los cuatro puntos de monitoreo que fueron evaluados, se determina que los resultados no satisfacen los Límites Máximos establecidos por la normativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a).

4.3.2 COMPARACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA I

HIPÓTESIS NULA H_0 : Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo no humano están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - llave.

HIPÓTESIS ALTERNA H_a : Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - llave.

A partir de los resultados mostrados en las Tablas 03 Y 04, se observa que el agua del centro poblado de Chucaraya, cumple con los Límites Máximos. Por ello, se concluye que, en general, los parámetros fisicoquímicos de agua del centro poblado de Chucaraya, se ajustan a lo establecido por la normativa, lo que lleva a rechazar la hipótesis alternativa (H_a) y aceptar la hipótesis nula (H_0).

4.3.3. COMPARACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA II

HIPÓTESIS NULA H_0 : Los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano no están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - llave.

HIPÓTESIS ALTERNA Ha: Los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - Ilave.

Por los resultados obtenidos en las Tablas 03 Y 04, se observa que el agua del centro poblado de Chucaraya, cumple con los Límites Máximos. Por ello, se concluye que, en general, los parámetros microbiológicos del agua del centro poblado de Chucaraya, no se ajustan a lo establecido por la normativa, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_a).

CONCLUSIONES

PRIMERA: El agua evaluada en los cuatro puntos (manantial, reservorio, vivienda 01 y 02) del Centro poblado de Chucaraya, nos indica que el estado actual los parámetros fisicoquímicos no exceden, según los parámetros microbiológicos exceden los parámetros establecidos, por lo que el agua está contaminado, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

SEGUNDA: La evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano de los siguientes puntos de monitoreo del centro poblado de Chucaraya (manantial, reservorio y viviendas), según Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, Categoría A1, cumple con los estándares de calidad fisicoquímicos exigidos; siendo los valores promedios para pH 7.31, conductividad eléctrica 532.50 μ S/cm, temperatura 14.03°C, turbidez 0.20 NTU, sólidos disueltos totales 265.00mg/l, oxígeno disuelto 7.32mg/l, dureza total 192.08mg/l, nitratos 0.13mg/l, sulfatos 188.00mg/l, cloruros 22.77mg/l, hierro 0.05mg/l, manganeso 0.02mg/l.

TERCERA: El agua analizada no cumple con los estándares de calidad microbiológica exigidos por el ECA A1. Siendo sus valores de coliformes totales 170NMP/100ml, coliformes termotolerantes 71.75NMP/100ml presencia elevada de coliformes totales y termotolerantes en todas las muestras (manantial, reservorio y viviendas). Esto indica una contaminación por heces humanas o animales, lo que representa un riesgo sanitario para la población.

RECOMENDACIONES

A la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)

PRIMERA: Implementar un programa de cloración periódica del agua. Este proceso debe seguir estrictamente las técnicas y pautas establecidas por el Ministerio de Salud (MINSA), con el fin de asegurar una desinfección efectiva que elimine los microorganismos patógenos y, en consecuencia, prevenir enfermedades de origen hídrico en la población.

SEGUNDA: Al Área Técnica Municipal (ATM) de la Municipalidad Provincial de El Collao-Ilave. Se sugiere realizar capacitaciones continuas a los directivos de la JASS. Estas capacitaciones deben enfocarse en temas clave como la correcta dosificación del cloro, el monitoreo básico de la calidad del agua y la gestión eficiente de los sistemas de saneamiento, fortaleciendo así su capacidad técnica y administrativa para la operación y mantenimiento del servicio.

TERCERA: Al Ministerio de Salud de la Región de Puno: Establecer un programa de monitoreo y vigilancia permanente de la calidad del agua en el centro poblado de Chucaraya. Este monitoreo debe ser constante para asegurar que el agua cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para consumo humano establecidos en la normativa vigente, lo que garantizará la salubridad y seguridad del recurso hídrico para todos los habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Adriazola. (2024). Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en el municipio de Vinto-Cochabamba-Bolivia. *Novasinerгия*, ISSN 2631-2654, 7(2), 6-17.
<https://doi.org/10.37135/ns.01.14.01>
- 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). Universidad Privada San Carlos.
Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/499>
- Aque. (2021, mayo 18). ¿Qué es un manantial? Recuperado 13 de marzo de 2025, de Fundación Aquae website:
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manantiales-los-pozos/>
- Araque Arellano, M. (Ed.). (2022). El agua en la naturaleza. En *Diseño hidráulico de plantas de tratamiento de agua potable* (pp. 15-24). Editorial Abya-Yala.
<https://doi.org/10.7476/9789978108208.0002>
- Araujo Cahuana, R., y Benito Crisostomo, H. (2017). *Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector sequia alta, Santa Bárbara, Huancavelica – 2017*. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1383>
- Aris, B. (2021, septiembre 17). Contaminación del agua y sus causas | Blog | Aris Bioenergía. Recuperado 30 de julio de 2025, de Aris BioEnergy website:
<https://www.arisbioenergy.com/es/contaminacion-del-agua-y-sus-causas/>
- Autoridad Nacional del Agua. (2020, octubre 1). Aprueban el documento denominado “Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG” | SINIA. Recuperado 24 de marzo de 2025, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-documento-denominado-glosario-ter>

minos-ley-ndeg-29338-ley

Cajas Sinchiguano, J. A., y Córdova Mosquera, R. A. (2023). Calidad de agua en río Cutuchi mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, Latacunga, Ecuador.

Revista ESPAMCIENCIA, 14(2), 115-123.

Calla Cacho, K. C. (2020). Calidad físicoquímica y microbiológica de dos manantiales de consumo humano en el centro poblado Chin Chin Tres Cruces, Cajamarca – 2019.

Castro Tantaleán, A. (2024). *Calidad del agua de consumo humano, en función a los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el distrito de Huambos, provincia de Chota*. (Universidad Nacional Autónoma de Chota). Universidad Nacional

Autónoma de Chota. Recuperado de

<https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/592>

center, S. M. (2023, mayo 24). ¿Qué es el Agua?: Concepto, características y tipos.

Recuperado 12 de marzo de 2025, de SAGUAPAC website:

<https://www.saguapac.com.bo/que-es-el-agua/>

Cirelli, A. F., y Volpedo, A. V. (2020). *INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS*:

Consa Paricanaza, J. M. (2024). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del P.T. Uchumayo del distrito de Uchumayo y propuestas de medidas de*

mitigación para parámetros que exceden los Estándares de Calidad Ambiental.

Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12773/19386>

Contreras Chura, H. (2023). (PDF) Calidad del agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya, el Collao, Puno, Perú. *ResearchGate*.

Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/373670002_CALIDAD_DEL_AGUA_PAR

[A_CONSUMO_HUMANO_EN_LOS_MANANTIALES_EN_LA_PARCIALIDAD_DE](https://www.researchgate.net/publication/373670002_CALIDAD_DEL_AGUA_PAR)

[_JISCULLAYA_EL_COLLAO_PUNO_PERU](https://www.researchgate.net/publication/373670002_CALIDAD_DEL_AGUA_PAR)

Contreras Chura, H., Belizario Quispe, G., Chui Betancur, H. N., Contreras Chura, H.,

Belizario Quispe, G., y Chui Betancur, H. N. (2023). Calidad del agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya, el Collao, Puno, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 40(2), 1-5.
<https://doi.org/10.34098/2078-3949.40.2.1>

Contreras Chura, H., Belizario Quispe, G., Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Av. Floral N° 1153, Puno, Perú., Chui Betancur, H. N., y Instituto de Investigación de Ciencias Naturales - FCEDUC, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Av. Floral N° 1153, Puno, Perú heberchui@gmail.com. (2023). CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS MANANTIALES EN LA PARCIALIDAD DE JISCULLAYA, EL COLLAO, PUNO, PERÚ. *Revista Boliviana de Química*, 40(2).
<https://doi.org/10.34098/2078-3949.40.2.1>

Correia, M. S., Santos, E. N. A., Magalhães, P. K. A., Santos, A. M., Messias, M. I. C. S. de, Santos Júnior, J. C., ... Rocha, T. J. M. (2022). Physicochemical, microbiological and parasitological analysis of water for human consumption in a quilombola community in Alagoas. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e260905.
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.260905>

Courtade, L. (2023, mayo 3). Conceptos básicos de la calidad del agua | Zeomedia. Recuperado 13 de marzo de 2025, de La importancia del agua limpia: Comprender los conceptos básicos de la calidad del agua website:
<https://zeomediafilter.com/es/conceptos-basicos-de-la-calidad-del-agua/>

Dechank, M. (2023, enero 11). La contaminación del agua: Todo lo que necesitas saber. Recuperado 13 de marzo de 2025, de La contaminación del agua: Todo lo que necesitas saber website:
<https://www.nrdc.org/es/stories/contaminacion-agua-todo-lo-necesitas-saber>

Denchak, meliza. (2023, enero 11). La contaminación del agua: Todo lo que necesitas

- saber. Recuperado 30 de julio de 2025, de <https://www.nrdc.org/es/stories/contaminacion-agua-todo-lo-necesitas-saber>
- Endara, A. de las M. G., Heinert, M. E. J., y Solórzano, H. X. P. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *RECIMUNDO*, 4(4), 79-93. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93)
- Escobar Molina, K. Y. (2024). *Concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos del centro poblado de Vilcachile, Ilave, 2023*. (Universidad Privada San Carlos). Universidad Privada San Carlos. Recuperado de https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/904/Kristel_Yohana_ESCOBAR_MOLINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fajardo Vidal, N. S. (2018). Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú.
- Fundación Aquae. (2021, septiembre 27). ¿Qué es el agua? Tipos, composición y funciones. Recuperado 12 de marzo de 2025, de Fundación Aquae website: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-el-agua/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill España. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Huayaban Saboya, L. E. (2018). *Estudio del arte para el control físico químico microbiológico del agua para consumo humano*. Recuperado de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7162>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México, Prince Flores, J. E., Espinosa Bouchot, M., y Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México. (2021). Una mirada a la calidad del agua. *Perspectivas IMTA*, 2(03).

<https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2021-03>

Iturralde, I. A. C. (2024). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA CRUDA DEL MANANTIAL DE LADERA*.

Lodus. (2023, febrero 7). La importancia del saneamiento básico y los 5 pilares para lograrlo. Recuperado 30 de julio de 2025, de <https://www.lodusglobal.com/blog/la-importancia-del-saneamiento-básico-y-los-5-pilares-para-lograrlo>

López, R. J. G., y Villoslada, E. (2022). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA DEL MANANTIAL “LA MESETA” DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, SAN MIGUEL - 2022*.

Mamani Ochochoque, J. A. (2025). *Calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del Distrito de Desaguadero de la Provincia de Chucuito—Puno, 2024*. (UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS). UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1276>

Márquez, E. Y. C., Astocaza, L. L. H., Huamaní, M. L. C., Huamán, W. S., Suazo, J. M. A., y Contreras, C. M. B. (2024). Sólidos totales disueltos en agua superficial para consumo humano en San Juan de Pillo, Perú. *Revista Alfa*, 8(24), 870-881. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.310>

Martorell, S. D. (2023, mayo 12). Ph del agua: 10 cosas que debes saber. Recuperado 24 de marzo de 2025, de PRISMAB website: <https://prismab.com/blog/ph-del-agua-10-cosas-que-debes-saber/>

MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias—DECRETO SUPREMO - N° 004-2017-MINAM - AMBIENTE*. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/undefined/dispositivo/NL/1529835->

2

- Novillo, C. (2021, septiembre 16). Contaminación química: Qué es, causas y consecuencias - Resumen. Recuperado 13 de marzo de 2025, de Contaminación química: Qué es, causas y consecuencias website: <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-quimica-que-es-causas-y-consecuencias-2169.html>
- OMS. (2006). *Informe sobre la salud en el mundo 2006: Colaboremos por la salud*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43434/9243563173_spa.pdf
- OMS. (2017). Agua para consumo humano. Recuperado 12 de marzo de 2025, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- OMS. (2023a, septiembre). Agua para consumo humano. Recuperado 30 de julio de 2025, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- OMS. (2023b, septiembre 13). Agua para consumo humano [Página institucional, gubernamental y de organismo internacional]. Recuperado 16 de abril de 2025, de Agua para consumo humano website: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda (4a ed + 1a adenda)*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://iris.who.int/handle/10665/272403>
- Orozcolap. (2024, agosto 29). Contaminación Microbiológica del Agua | Información de Vanguardia. Recuperado 30 de abril de 2025, de <https://www.oroicolab.info/la-contaminacion-microbiologica-del-agua>
- Palomino Quispe, F. Y. (2023a). Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial estanco del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022.

- Universidad Continental. Recuperado de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14042>
- Palomino Quispe, F. Y. (2023b). *Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial estange del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022* (Universidad Continental). Universidad Continental. Recuperado de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14042>
- Paxi, J. S. (2025). *Calidad del agua de los manantiales Tacuyo y Qaqallaka en el Centro Poblado de Culta, Acora, Puno—2025*. (UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS). UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1374>
- Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 3-14. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Pimentel Pantoja, E. J. (2024). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano del Manantial de Paccha, Provincia de Huari, 2022*. Recuperado de <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/10146>
- Pradillo, B. (2016, septiembre 12). Parámetros de control del agua potable [Text]. Recuperado 30 de abril de 2025, de iAgua website: <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Pullés, M. R. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 45(1), 25-36.
- Siles Alvarado, L. B. (2020). *Caracterización fisicoquímica del agua superficial en la subcuenca del río La Paz, San Ramón, Alajuela Costa Rica; como indicador del impacto ambiental por urbanismo en la zona*. Recuperado de <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/18251>
- Solís-Castro, Y. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del

agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35-46. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>

Valdivia, P. (2018, junio). Captaciones de agua manantial. Recuperado 13 de marzo de 2025, de Scribd website: <https://es.scribd.com/document/459339462/Manantiales>

Wayca. (2020, octubre 23). Puno: 5 mil personas en riesgo por consumo de agua con arsénico y mercurio. Recuperado 17 de abril de 2025, de Wayka.pe website: <https://wayka.pe/puno-5-mil-personas-en-riesgo-por-consumo-de-agua-con-arsenico-y-mercurio/>

Zarza, L. F. (2019, octubre 14). ¿Qué es la contaminación del agua? [Text]. Recuperado 13 de marzo de 2025, de iAgua website: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia.

TÍTULO: CALIDAD DE AGUA SEGÚN PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL CENTRO POBLADO CHUCARAYA - ILAVE 2025						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
P. General ¿Cuál es el estado actual de la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave 2025 ?	O. General Determinar la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave 2025.	H. General La calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave 2025. no es apta para el consumo humano.	Independientes	Fisicoquímicos Turbiedad pH Conductividad eléctrica Oxígeno disuelto Sólidos totales disueltos Temperatura Nitratos fosfatos Dureza total	-Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017 -MINAM -Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales -Laboratorio	Enfoque: cuantitativo DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: No experimental TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo Analítico. POBLACIÓN / MUESTRA Recurso hídrico, Manantial reservorio y viviendas (Primera y Última vivienda) MÉTODO ESTADÍSTICO: Estadística descriptiva
P. Específicos ¿Cuáles serán los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave ?	O. Específicos Analizar los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave.	H. Específicos Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - llave.	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Microbiológicos Coliformes totales E. Coli Coliformes termotolerantes o fecales		
P. Específicos ¿Cuáles son los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya - llave ?	O. Específicos Evaluar los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano del centro poblado de Chucaraya-llave.	H. Específicos Los niveles de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano están fuera de los parámetros establecidos, del centro poblado de Chucaraya - llave.	Dependiente calidad de agua			

Anexo 02: Registro de identificación de punto de monitoreo N° 01

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 Pfafstetter)

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 represente)

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, 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: Cecilia Germain Valesquez E.

Fecha: 13 - Mayo - 2025


14092751

Anexo 03: Registro de identificación de punto de monitoreo N° 02

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-ANAY modificaciones posteriores)

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

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

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

Descripción:
(Origen/Ubicación)

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

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

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

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

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

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

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

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

Circuito de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia):

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

Elaborado por: Cesar Carlos Velozquez E

Fecha: 13-05-2025


47012731

Anexo 04: Registro de identificación de punto de monitoreo N° 03

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-ANAY modificaciones posteriores)

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

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

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

Descripción:
(Origen/Ubicación)

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

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

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

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

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

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

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

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

Cuadro de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia):

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

Elaborado por: Cesar C. Valasquez E.

Fecha: 13 - mayo - 2025


47072551

Anexo 06: Resultados de monitoreo en campo

Registro de Datos en Campo

Cuenca: _____ Realizado por: César Campos Velásquez Escobar Responsable: _____

Punto de Monitoreo	Descripción origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Depart.	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	Temp °C	OD mg/L	COND µS/cm	Caudal/ profundidad m ³ /s o m		Observaciones
						Norte/Sur	Este/Oeste										
monitoreo		Chicla	Iravi	El Cuzco	Puno	8213743	435494	3382	13/03/25	11:00	7.28	14.1	7.09	480			
Reservorio		Chicla	Iravi	El Cuzco	Puno	8213672	435371	3362	13-03-25	11:30pm	7.24	14.0	7.12	570			
Cuando noel		Chicla	Iravi	El Cuzco	Puno	8213742	435509	3360	13-03-25	2:30pm	7.33	13.9	7.10	560			
Ubicada MIGZ		Chicla	Iravi	El Cuzco	Puno	8215361	435682	3346	13-03-25	2:50pm	7.35	14.1	7.15	520			

1. Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.
2. Para el caso de cuerpo lútico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo léntico o marino-costero, indicar la profundidad.
3. Las observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.



Firma del Responsable del Monitoreo

Anexo 08: Informe de ensayo resultado del análisis de agua.



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

INFORME DE ENSAYO 0077/MQA
RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA.

PROCEDENCIA : C.P. CHUCARAYA - ILAVE.
INTERESADO : CESAR GERMAN VELASQUEZ ESCOBAR.
MOTIVO : ANALISIS FISICO – QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO.
FECHA DE MUESTREO : 13/05/2025 (por el interesado).
FECHA DE ANALISIS : 13/05/2025.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Líquido
Color : Incoloro
Olor : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FISICOS:

PARAMETROS	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	METODOLOGÍA
pH		7.28	7.34	7.33	7.29	Electrométrico
C.E	µS/cm	480	570	560	520	Conductímetro
Temperatura (°C)	°C	14.1	14.0	13.9	14.1	Termómetro
Turbidez	NTU	0.15	0.22	0.22	0.22	Turbidímetro
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	240	280	280	260	Evaporación y pesaje
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.09	7.12	7.10	7.15	Multiparámetro

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Dureza Total (como CaCO ₃)	mg/l	187.20	195.50	185.20	200.10	Titulación con EDTA
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/l	0.08	0.06	0.06	0.07	método colorimétrico
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/l	17.02	25.64	25.53	22.69	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/l	224	204	164	160	Espectrofotometría (Método de bario).
Hierro (como Fe)	mg/l	0.08	0.06	0.04	0.03	Absorción Atómica
Manganeso (como Mn)	mg/l	0.01	0.02	0.01	0.02	Absorción Atómica

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

Coliformes totales	NMP/100ml	160	170	170	180	APHA 9221B / EPA 1680
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	70	72	73	72	APHA 9222D / EPA 1603

INTERPRETACION:

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

- La muestra se recepcionó en el laboratorio.



Salomón Justo Morales Yucra
 INGENIERO QUÍMICO
 ANALISTA DE LABORATORIO

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

Anexo 09: Panel fotográfico



Figura 17: Recolección de la muestra de agua de la fuente de captación



Figura 18: Recolección de la muestra de agua de la fuente de captación



Figura 19: Recolección de muestra para los parámetros fisicoquímicos



Figura 20: Recolección de la muestra de agua del reservorio



Figura 21: Obteniendo los resultados de OD



Figura 22: Midiendo los parámetros PH, OD.



Figura 23: Almacenamiento de muestras para llevar al laboratorio



Figura 24: Recolección de muestras de la Última vivienda.



Figura 25: Medición de los parámetros.