

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS**

---

**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS  
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE LOS CENTROS POBLADOS  
JILANACA RANCHO Y COLLIRI GRANDE DISTRITO YANAOCA,  
CANAS - CUSCO**

---

**PRESENTADO POR:**

Br. ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA

Br. MAYRA MAMANI PARQUE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE BIÓLOGO**

**ASESORA:**

Dra. HELDY YIYI ESPINOZA CARRASCO

**CO-ASESORA:**

Blga. GIOVANNA MERCY ATAUCONCHA  
BÉCERRA

**CUSCO- PERÚ**

**2024**

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Calidad del agua para consumo humano en los sistemas de abastecimiento de los centros poblados Jilmanaca Rincho y Collivi Grande distrito Yanaoca, Canas - Cusco

presentado por: Bach. Elena Isabel Alvarez Tejeda con DNI Nro.: 75195821 presentado por: Bach. Mayra Mamani Parque con DNI Nro.: 72361301 para optar el título profesional/grado académico de Biologo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 19 de Agosto de 2024

  
Firma

Post firma Hedy Y. Espinoza Carrasco

Nro. de DNI 23826797

ORCID del Asesor 000-0002-4016-8815

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259 : 373798349

NOMBRE DEL TRABAJO

**Calidad del agua para consumo humano en los sistemas de abastecimiento de los centros poblados Jilan**

AUTOR

**Elena Alvarez, Mayra Mamani**

RECUENTO DE PALABRAS

**25398 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**139216 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**146 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 19, 2024 11:52 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 19, 2024 11:55 AM GMT-5**

### ● 9% de similitud general

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

- 8% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Crossref
- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 13 palabras)

## **DEDICATORIA**

La presente investigación la dedico a mi hija, Samantha, aunque recién estás dando tus primeros pasos en este mundo, tu presencia ha aportado amor y felicidad a mi vida de una manera que nunca antes había experimentado. Esta tesis representa un modesto logro en comparación con el inmenso valor que has traído a mi existencia desde el momento en que naciste. Con profundo respeto y gratitud, te dedico este trabajo como un símbolo de nuestro vínculo inquebrantable y de tu constante papel como fuente de fortaleza e inspiración en mi vida diaria.

Elena Alvarez

## **DEDICATORIA**

Dedicado con profundo amor y gratitud a mis queridos padres Yanet y Roger, quienes con su amor, paciencia y sacrificio me han guiado y apoyado incondicionalmente. Su ejemplo de perseverancia y dedicación han sido una fuente constante de inspiración. Gracias por ser mis más grandes aliados en cada paso del camino.

A mi hermana Melany por ser mi confidente, mi amiga y mi apoyo, tus palabras de aliento y tus abrazos fueron reconfortantes para mí, tu presencia en mi vida ha hecho que este camino sea más llevadero y que cada logro sea aún más significativo. A mi hermano Leonel, por ser fuente de constante de motivación, esta tesis es también tuya, pues cada paso dado en este camino ha sido impulsado por el deseo de ser un buen ejemplo para ti y demostrarte que, con esfuerzo y dedicación, todo es posible.

A mis queridas abuelas Jacinta, Getrudes y mis tías Ayde, Fani, Soraida que con sus palabras de aliento me incentivaron a seguir adelante.

En memoria de mis abuelos Julio, Florencio y mi tía Marisol de quienes siempre guardare hermosos recuerdos.

Mayra Mamani

## **AGRADECIMENTOS**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, especialmente a la Facultad de Ciencias Biológicas, así como a sus distinguidos docentes y personal administrativo.

Extendemos nuestro profundo reconocimiento a la Dra. Hedy Yiyi Espinoza Carrasco y la Blga. Giovanna Mercy Atauconcha Becerra por su invaluable apoyo y orientación brindados durante la ejecución de la presente investigación.

Asimismo, deseamos expresar nuestra gratitud a los directivos de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) y a todos los usuarios de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande, pertenecientes al distrito Yanaoca, por su disposición y colaboración inestimables.

También queremos agradecer a la Unidad de Salud Ambiental del Centro de Salud Yanaoca por el apoyo, la consejería y el préstamo de los equipos multiparámetros para el análisis fisicoquímico de campo de nuestro trabajo.

Nuestro reconocimiento especial se dirige también a nuestros familiares, amigos y colegas por su incondicional respaldo e interés en este trabajo, así como por sus valiosas sugerencias que han contribuido significativamente al enriquecimiento de la presente investigación.

Elena Alvarez & Mayra Mamani

## CONTENIDO

	Pg.
RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	iii
JUSTIFICACIÓN .....	iv
OBJETIVOS .....	v
VARIABLES .....	vi
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	
1.1. Antecedentes .....	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	1
1.1.2. Antecedentes Nacionales .....	3
1.1.3. Antecedentes Locales.....	8
1.2. Fundamentos Teóricos .....	11
1.2.1. Calidad del Agua.....	11
1.2.2. Agua de Consumo Humano .....	11
1.2.3. Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.....	12
1.2.4. Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano .....	12
1.2.5. Tipos de sistemas Convencionales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.....	12
1.2.6. Componentes de un Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano .....	14
1.2.7. Infraestructura de Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.....	15
1.2.8. Gestión de Calidad de Agua para Consumo Humano.....	15
1.2.9. Parámetros Fisicoquímicos .....	15
1.2.10. Parámetros de Campo .....	19
1.2.11. Parámetros Bacteriológicos.....	19
1.2.12. Límites Máximos Permisibles (LMPs): .....	21
1.2.13. Estándares de Calidad Ambiental (ECA):.....	22
1.3. Marco legal .....	23

## CAPITULO II. AREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación política .....	24
2.2. Ubicación geográfica .....	24
2.3. Accesibilidad.....	27
2.4. Descripción del área de estudio .....	27
2.5. Aspectos socioeconómicos .....	27
2.6. Clima.....	28

## CAPITULO III. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1. Lugar de procedencia de la muestra.....	29
3.2. Lugar de procesamiento de las muestras de agua. ....	29
3.3. Equipos e insumos .....	29
3.4. Metodología .....	32
3.4.1. Tipo de estudio.....	32
3.4.2. Evaluación del estado de infraestructura y gestión del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....	32
3.4.3. Selección y ubicación de puntos de muestreo en los sistemas de abastecimiento .....	36
3.4.4. Determinación de parámetros físicos y químicos en agua de los sistemas .....	37
3.4.5. Determinación de cloro residual en agua de consumo humano en reservorios y redes de distribución de los sistemas .....	38
3.4.6. Análisis bacteriológico en agua de los sistemas en estudio .....	39

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estado de infraestructura y gestión del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....	44
4.2. Parámetros físicos y químicos del agua de los sistemas. ....	48
4.3. Cloro residual en agua de consumo humano en reservorios y redes de distribución del sistema ..	56
4.4. Análisis bacteriológico en agua de los sistemas en estudio .....	57
4.5. DISCUSIONES.....	64
CONCLUSIÓN.....	68
RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA .....	71
ANEXOS .....	79



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Límites máximos permisibles de parámetros bacteriológicos de agua para consumo humano .....	21
<b>Tabla 2</b> Límites máximos permisibles para parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Estándares de calidad ambiental Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</i> .....	22
<b>Tabla 4</b> Estándares de Calidad de ambiental para parámetros fisicoquímicos de agua cruda.....	22
<b>Tabla 5</b> Coordenadas de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....	24
<b>Tabla 6</b> Rangos de clasificación de evaluación de componentes de un sistema de abastecimiento según Albarrán.....	35
<b>Tabla 7</b> Georreferenciación de puntos de muestreo sistema Jilanaca Rancho .....	36
<b>Tabla 8</b> Georreferenciación de puntos de muestreo sistema Colliri Grande.....	37
<b>Tabla 9</b> <i>Estado del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande en escala albarrán</i> .....	47
<b>Tabla 11</b> Diagnóstico de infraestructura del sistema de abastecimiento de Jilanaca Rancho y Colliri Grande ...	97
<b>Tabla 12</b> Diagnóstico de Gestión de los sistemas de abastecimiento de agua Jilanaca Rancho y Colliri Grande	98
<b>Tabla 13</b> <i>Análisis físico y químico de captación Jilanaca Rancho</i> .....	100
<b>Tabla 14</b> <i>Análisis físico y químico de captación Colliri Grande</i> .....	100
<b>Tabla 15</b> Análisis físico y químico de reservorio Jilanaca Rancho.....	101
<b>Tabla 16</b> Análisis físico y químico de reservorio Colliri Grande .....	101
<b>Tabla 17</b> <i>Determinación de cloro residual en reservorio y piletas domiciliarias de los sistemas de abastecimiento de agua Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	107
<b>Tabla 18</b> Número más probable de bacterias por 100 g (ml) de material analizado. ....	111
<b>Tabla 19</b> Resultados de análisis microbiológicos en agua de las captaciones de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....	112
<b>Tabla 20</b> Resultados de análisis bacteriológico en agua de los reservorios y piletas domiciliarias de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....	113
<b>Tabla 21</b> <i>Resultados de determinación de Coliformes totales en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	114
<b>Tabla 22</b> <i>Resultados de determinación de Coliformes termotolerantes en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	114
<b>Tabla 23</b> <i>Resultados de determinación de Escherichia coli en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	114

<b>Tabla 24</b> Resultados de determinación de Bacterias Heterótrofas en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....	115
<b>Tabla 25</b> Resultados de determinación de <i>Vibrio cholerae</i> en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande	115
<b>Tabla 26</b> Resultados de determinación de Coliformes Totales en reservorios y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....	116
<b>Tabla 27</b> Resultados de determinación de Coliformes Termotolerantes en reservorios y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....	116
<b>Tabla 28</b> Resultados de determinación de <i>Escherichia coli</i> en reservorios y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....	117
<b>Tabla 29</b> Resultados de determinación de Bacterias Heterótrofas en reservorios y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....	117

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema de un sistema con conducción convencional de gravedad sin tratamiento .....	13
<b>Figura 2</b> Componentes de un sistema de abastecimiento.....	14
<b>Figura 3</b> Centro poblado Jilanaca Rancho .....	25
<b>Figura 4</b> Centro poblado Colliri Grande.....	25
<b>Figura 5</b> Ubicación política y geográfica de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....	26
<b>Figura 6</b> Croquis del sistema de abastecimiento Jilanaca Rancho.....	33
<b>Figura 7</b> Croquis sistema de abastecimiento Colliri Grande.....	33
<b>Figura 8</b> <i>Puntuación del componente Estado de Infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua Jilanaca Rancho y Colliri Grande con la matriz de Aliaga .....</i>	<i>44</i>
<b>Figura 9</b> <i>Estado de infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande con escala Albarrán .....</i>	<i>44</i>
<b>Figura 10</b> <i>Puntuación del componente Gestión del servicio los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande en matriz de Aliaga .....</i>	<i>45</i>
<b>Figura 11</b> <i>Gestión de servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande con escala Albarrán.....</i>	<i>46</i>
<b>Figura 12</b> <i>Estado de servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande con escala Albarrán .....</i>	<i>47</i>
<b>Figura 13</b> <i>Temperatura en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....</i>	<i>48</i>
<b>Figura 14</b> <i>Turbiedad en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....</i>	<i>49</i>
<b>Figura 15</b> <i>pH en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....</i>	<i>50</i>
<b>Figura 16</b> <i>Conductividad Eléctrica en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande .....</i>	<i>50</i>
<b>Figura 17</b> <i>Sólidos disueltos en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....</i>	<i>51</i>
<b>Figura 18</b> <i>Dureza total en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande.....</i>	<i>52</i>

<b>Figura 19</b> <i>Magnesio en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	52
<b>Figura 20</b> <i>Cloruros en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	53
<b>Figura 21</b> <i>Calcio en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	53
<b>Figura 22</b> <i>Sulfatos en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	54
<b>Figura 23</b> <i>Nitratos en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	55
<b>Figura 24</b> <i>Alcalinidad Total en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	55
<b>Figura 25</b> <i>Cloro residual en agua de consumo humano de reservorio y piletas domiciliarias de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	56
<b>Figura 26</b> <i>Coliformes totales en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	57
<b>Figura 27</b> <i>Coliformes termotolerantes en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	57
<b>Figura 28</b> <i>Escherichia coli en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	58
<b>Figura 29</b> <i>Bacterias Heterótrofas en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	58
<b>Figura 30</b> <i>Vibrio cholerae del segundo muestreo en agua de captaciones de los sistemas Jilanaca Rancho y Colliri Grande</i> .....	59
<b>Figura 31</b> <i>Coliformes Totales en agua de reservorio y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho</i> .....	60
<b>Figura 32</b> <i>Coliformes Totales en agua de reservorio y piletas domiciliarias Colliri Grande</i> .....	60
<b>Figura 33</b> <i>Coliformes Termotolerantes en agua de reservorio y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho</i> .....	61
<b>Figura 34</b> <i>Coliformes Termotolerantes en agua de reservorio y piletas domiciliarias Colliri Grande</i> .....	61
<b>Figura 35</b> <i>Escherichia coli en agua de reservorio y piletas domiciliarias del sistema Jilanaca Rancho</i> .....	62
<b>Figura 36</b> <i>Escherichia coli en agua de reservorio y piletas domiciliarias del sistema Colliri Grande</i> .....	62
<b>Figura 37</b> <i>Bacterias Heterótrofas en agua de reservorio y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho</i> .....	63
<b>Figura 38</b> <i>Determinación de Bacterias Heterótrofas en agua de reservorio y piletas domiciliarias Colliri Grande</i> .....	63

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande del distrito Yanaoca, provincia de Canas, región de Cusco, con el objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano de los sistemas de abastecimiento, entre los meses de diciembre 2023 y enero 2024 con dos repeticiones en 5 puntos de muestreo (captación, reservorio, tres piletas domiciliarias) en cada sistema. Se utilizó análisis y sistematización de datos para estado de servicio; análisis en laboratorio y equipo multiparámetro HACH para determinación de parámetros físicos, químicos y cloro residual; técnica de fermentación de tubos múltiples por NMP, método de vertido en placa y técnica de Filtro PAD (en captaciones), técnica de membrana filtrante (en reservorios y piletas domiciliarias) para análisis bacteriológico. Resultando en estado de infraestructura Jilanaca Rancho 50% y Colliri Grande 60%, gestión del servicio ambos sistemas con 35%, estado de servicio de Jilanaca Rancho obtuvo 44% representado un nivel menos desarrollado y Colliri Grande de 50% con un nivel de desarrollo intermedio; los parámetros físicos y químicos mostraron valores dentro de los ECAs y LMPs en ambos sistemas; cloro residual en Jilanaca Rancho fue ausente y Colliri Grande presentó valores inferiores a 0.5 mg/L; en tanto a los análisis bacteriológicos en captación Jilanaca Rancho se encontró 33 NMP/100ml de coliformes totales, 17 NMP/100ml de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, en captación Colliri Grande valores <1.8 NMP/100ml para coliformes, ausencia de *Vibrio cholerae* en ambas captaciones, en reservorios y piletas domiciliarias de Jilanaca Rancho se halló 29 UFC/100ml de coliformes totales, 5 UFC/100ml de coliformes termotolerantes, 2 UFC/100ml de *Escherichia coli* y 7 UFC/ml de bacterias heterótrofas; en Colliri Grande se determinó valores <1.8 UFC/100 ml para coliformes y <1 UFC/ml para bacterias heterótrofas. Concluyendo en base a la normativa D.S.004-2017-MINAN y D.S.031-2010-MINSA-SA, que se muestran agua física y químicamente aceptable en ambos sistemas y características bacteriológicas fuera de los LMPs en sistema Jilanaca Rancho.

**Palabras clave:** agua de consumo humano, calidad, coliformes, captación, reservorio, *Escherichia coli*, bacterias heterótrofas.

## INTRODUCCIÓN

El acceso a agua de consumo humano fue reconocido como un derecho desde 2010 por la Organización de Naciones Unidas, el crecimiento poblacional mundial aumentó la necesidad y demanda de este recurso esencial para el desarrollo de la economía, educación y salud (ONU, 2023). En la Cumbre de Desarrollo Sostenible del 2015, los líderes mundiales se comprometieron a cumplir 17 objetivos, incluyendo garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua (ONU, 2015). Sin embargo, según el programa de monitoreo de abastecimiento de agua de la OMS/UNICEF, al menos 2200 millones de personas en el mundo no tienen acceso a agua de consumo humano y 771 millones no pueden acceder a un servicio básico de agua; esta situación es la principal causa de muerte infantil por enfermedades entéricas, causando hasta 1.5 millones de muertes infantiles al año (ONU, 2023).

El agua que se consume debe cumplir con las normas de salud pública de cada país; en el Perú se establecen por las siguientes normativas: Decreto Supremo (D.S.) N° 004-2017-MINAM del Ministerio del Ambiente (MINAM) que presenta los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) que son referidos como un nivel de medición para calidad de agua cruda, esta investigación toma la categoría I que abarca directrices que debe cumplirse en agua cruda destinada a usos domésticos, higiene personal y consumo humano; D.S. N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud (MINSA) denominado «Reglamento de calidad del agua para consumo humano» que regula la calidad del agua tratada con Límites Máximos Permisibles (LMP) en parámetros físicos, químicos y bacteriológicos; Resolución Ministerial (R.M.) N° 650-2014-MINSA con su Directiva Sanitaria N° 055-MINSA/DIGESA para la formulación y aplicación del Programa de Adecuación Sanitaria (PAS) por los proveedores de agua para consumo humano, este es un instrumento técnico-legal de apoyo a las normas sanitarias de calidad de agua que ofrece formularios de inspección del estado de servicio, con la finalidad de asegurar que el agua brindada no exceda los LMPs y considerándose segura.

La normativa peruana sobre la calidad del agua es clara y concisa; sin embargo, las cifras siguen siendo alarmantes, ya que 3.3 millones de habitantes carecen de acceso a una red de agua potable, en el foro nacional “Las Caras del Agua,” se presentó evidencia que muestra cómo la mejora en la calidad del agua está relacionada con una reducción en las tasas de incidencia de enfermedades diarreicas (10%), desnutrición (13%), y anemia (7.9%); además, se destacó su impacto positivo en la educación y la salud de zonas rurales (SUNASS, 2023). En la actualidad, los sistemas de abastecimiento de agua en el distrito Yanaoca enfrentan diversas problemáticas debido a una gestión deficiente, la precariedad de recursos y el déficit de personal técnico, lo que afecta negativamente la calidad del agua suministrada. Entre los 65 centros poblados que conforman el distrito, Jilanaca Rancho y Colliri Grande presentan sistemas de abastecimiento con características representativas de estos desafíos.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación tuvo por finalidad evaluar la calidad de agua que se consume en los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande del distrito Yanaoca, provincia de Canas para salvaguardar la salud de los habitantes.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un recurso primordial para la vida humana, las decisiones sobre infraestructura y gestión de este recurso tienen impactos significativos que traspasan fronteras, afectando a toda la población. Por lo tanto, la calidad de agua se considera uno de los principales ejes del progreso de una comunidad (UNESCO, 2019). Es crucial que los proveedores de agua garanticen su calidad y seguridad, no obstante, la detección de todos los contaminantes puede ser difícil y costosa, por lo que es necesario identificar los aspectos de interés prioritarios como son coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, bacterias heterótrofas, *Vibrio cholerae*, parámetros fisicoquímicos relevantes y estado de servicio. La contaminación por bacterias representa el mayor riesgo para la salud pública asociado al agua de consumo humano, destacando la importancia de mejorar su calidad para prevenir enfermedades entéricas y promover el bienestar general, según la organización mundial de la salud (OMS) al menos 1700 millones de personas están en vulnerabilidad de consumo de agua con contaminación fecal (OMS, 2023); en Latinoamérica, la organización panamericana de salud (OPS) reporto mortalidad de niños menores a 5 años en aproximadamente 7600 muertes anuales por enfermedades diarreicas relacionadas al agua. (OPS,2023).

Los centros poblados de Jilanaca Rancho y Colliri Grande, pertenecientes a la municipalidad distrital de Yanaoca, tienen un sistema de abastecimiento lineal de gravedad sin tratamiento, con fuente de captación manantial que presenta problemas de infraestructura, gestión, apoyo técnico y presupuestal; además, proximidad a actividades agropecuarias; son administrados por Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) cuyos directivos se nombran con un periodo de dos años por elección de la población. Estas organizaciones no cuentan con personal operativo permanente ni con documentos de gestión actualizados como se puede ver en el Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Ámbito Rural (DATTAS) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (DATTAS, 2019).



Jilanaca Rancho, ubicado en una posición limítrofe entre las provincias de Canas y Canchis, presenta 65 viviendas, tiene un servicio domiciliario administrado por la JASS Jilanaca, con continuidad de 24 horas, captación con cubierta deteriorada por corrosión, línea de conducción aérea descuidada y total ausencia de insumos para desinfección del agua y mantenimiento del sistema lo que expone el agua a contaminantes ambientales. Colliri Grande, con 52 viviendas, es administrado por la JASS Colliri Grande tiene continuidad de agua las 24 horas y se encuentra en un mejor estado de mantenimiento; sin embargo, la limpieza de zonas circundantes y cerco protector en captación y reservorio no es vigilada, además de no presentar provisión de insumos suficientes para la sanitización del agua.

Ante esta problemática se planteó las siguientes interrogantes:

**Interrogante general:**

¿Cuál es calidad del agua para consumo humano en los sistemas de abastecimiento de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande distrito Yanaoca, provincia de Canas, departamento de Cusco?

**Interrogantes específicas:**

- ¿Cuál es el estado actual de infraestructura y gestión del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano en los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos y químicos del agua en los sistemas de abastecimiento de Jilanaca Rancho y Colliri Grande?
- ¿Cuál es el nivel de cloro residual en los reservorios y las redes de distribución de los sistemas de abastecimiento de Jilanaca Rancho y Colliri Grande?
- ¿Cuáles son los niveles resultantes del análisis bacteriológico en agua de consumo humano en los sistemas en estudio?

## JUSTIFICACIÓN

Los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande tienen sistemas de abastecimiento representativos del distrito de Yanaoca, presentando características reiterativas entre sus 65 centros poblados, propiciando condiciones para la presencia de enfermedades digestivas, respiratorias y dérmicas a causa del consumo de aguas tratadas de forma inadecuada; el distrito de Yanaoca presenta la mayor tasa de mortalidad atendida en los establecimientos de salud de la provincia de Canas siendo las enfermedades del sistema digestivo la primera causa de mortalidad (DIRESA CUSCO, 2020). Los resultados de la presente investigación permitirán determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas, así como evaluar la condición del estado de servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano en los centros poblados de Jilanaca Rancho y Colliri Grande del distrito de Yanaoca, que al comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP), se obtendrá la información necesaria para transmitirla al municipio provincial de Canas. Esto permitirá a la municipalidad tomar decisiones para mejorar la prestación del servicio y generar soluciones alternas, lo que proporcionará beneficios a largo plazo; la mejora en la calidad del agua no solo impactará positivamente en la salud de los habitantes permitiendo su desarrollo como una comunidad mitigando diferentes enfermedades entre ellas las gastrointestinales; sino que también reducirá el impacto ambiental asociado a la contaminación del agua. Esto, a su vez, promoverá prácticas más sostenibles y responsables en la gestión de los recursos hídricos y sistema de abastecimiento.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua para consumo humano en los sistemas de abastecimiento de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande distrito Yanaoca, Canas - Cusco.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el estado de infraestructura y gestión del servicio en los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande.
2. Determinar parámetros físicos y químicos en agua de los sistemas Jilanaca Rancho y Colliri Grande
3. Determinar cloro residual en agua de consumo humano de reservorio y redes de distribución en los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande.
4. Realizar análisis bacteriológico en agua de los sistemas en estudio.

## **VARIABLES**

- Calidad del agua de consumo humano
- Estado de infraestructura y gestión del servicio
- Parámetros físicos y químicos del agua
- Cloro residual en agua
- Parámetros bacteriológicos del agua

## CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

#### 1.1.1. *Antecedentes Internacionales*

**Félix et al (2007)** realizaron un estudio en las comunidades de Ejido Melchor Ocampo, Aduana y Etchojoa, México, utilizando como base las metodologías preestablecidas en las normativas mexicanas NOM-110-SSA1-1994, NOM-092-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994 y NOM-031-SSA1-1994; técnica de vertido en placa para mesófilos aerobios, tubos de fermentación por NMP para el grupo de coliformes y utilización de medio selectivo para *Vibrio*. Los resultados obtenidos fueron: pH estaba en el rango de 6.5-8.5; cloro residual era de 0 mg/L en Ejido Melchor Ocampo y Aduana, y en Etchojoa variaba entre 0.2-1.5 mg/L; mesofílicos aerobios fueron iguales o superiores a 200 UFC/mL, en Aduana, en Etchojoa el 12% mostró recuentos elevados, y en Ejido Melchor Ocampo el 38% no cumplió con el criterio establecido; Aduana y Ejido Melchor Ocampo se registraron concentraciones elevadas con 100% y el 97% de las muestras fuera de los límites establecidos para coliformes totales y fecales, Etchojoa 6% de las muestras presentaron incidencia, debido a la desinfección con cloro. No se encontró presencia *Vibrio* spp. en ninguno de los muestreos. Concluyeron que existe un alto riesgo al consumir el agua de Aduana y Ejido Melchor Ocampo.

**Torres & Ávila (2010)** realizaron un estudio en la zona urbana de Bojacá, Colombia. Basándose en la normativa colombiana Resolución 2115 de 2007, utilizaron las metodologías: técnica de filtración de membrana para el grupo de coliformes, métodos fotométricos, volumétricos y electrométricos para analizar los parámetros físicos y químicos. Los resultados obtenidos fueron: no se encontró presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*. El pH se mantuvo entre el rango de 6.5-9.0; la turbidez no superó el máximo aceptable de 2 UNT; la alcalinidad y dureza fueron de 90-140 mg/L; cloro

residual osciló entre 0.47 y 1.10 mg/L en las muestras de agua tratada de pozo y nacedero, en grifo mostró un valor de 0.22 mg/L. Concluyeron que el agua del tanque de la planta urbana es segura, el agua del grifo presenta un riesgo medio debido al bajo nivel de cloro disuelto, y el agua de pozo tratada tiene un nivel bajo de riesgo.

**Molina (2016)** realizaron un estudio en Cantón Chunchi, Ecuador siguiendo las normativas ecuatorianas NTE INEN 2176:1998 y NTE INEN 1108:2014, utilizaron las metodologías: tubos múltiples por NMP para grupo de coliformes y un equipo multiparamétrico HACH DR2800 para parámetros físicos y químicos. Los resultados obtenidos fueron: turbidez en las muestras de la vertiente 4 y redes domiciliarias por encima de 5 UNT, y color por encima del máximo permitido. El pH alcanzó un valor máximo de 7.58 en la red alta, con todas las vertientes fuera de los máximos permitidos. Los nitratos y nitritos estuvieron por debajo de los límites máximos permitidos; los cloruros solo en la vertiente 1 superaron la normativa con 1.82 mg/L; y el cloro libre residual cumplió con la norma en la red alta y el tanque de reserva. Solo el 29% de las muestras cumplió con los límites máximos permitidos de coliformes fecales por la técnica de número más probable, de los 14 puntos de muestreo, solo la vertiente 4 excedió el límite para coliformes totales con 2 UFC/100ml. Concluyeron que el agua no es apta para el consumo humano debido al incumplimiento de los requisitos microbiológicos y físico-químicos establecidos.

**Suarez et al. (2019)** realizaron un estudio en nueve comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica, utilizando un formulario unificado del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y métodos APHA 1060 para parámetros físicos y químicos, tubos de fermentación múltiple para coliformes. Los resultados obtenidos fueron: cinco comunidades tenían una gestión débil, cuatro una gestión de

desarrollo bajo, y solo una un desarrollo alto. El cloro libre se encontró cercano a 0, por debajo de la normativa, excepto en una comunidad que registró 2.5 mg/L, superando el límite permitido. El pH y la conductividad estaban por encima de la normativa, y la turbidez dentro del rango aceptable. En los parámetros microbiológicos, se encontró contaminación por coliformes en tres comunidades. Concluyeron que la gestión del agua en estas comunidades es dispareja 1 de nivel alto, 5 en gestión débil y 3 gestión baja; con una gestión inadecuada y una seguridad hídrica deficiente.

### **1.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Araujo & Benito (2017)** realizaron un estudio en Santa Bárbara, Huancavelica, utilizando técnica de tubos múltiples por NMP para determinación de presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*. Los resultados obtenidos fueron: en la captación, se encontró 4 UFC/100 ml de coliformes totales, 4 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes, 1 UFC/100 ml de *Escherichia coli*. En el reservorio pequeño, los valores fueron de 2 UFC/100 ml de coliformes totales, 2 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes, 1 UFC/100 ml de *Escherichia coli*. En el reservorio grande, se registraron 2 UFC/100 ml de coliformes totales y 1 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes. En los grifos, el promedio de los 7 grifos muestreados fue de 1.4 UFC/100 ml de coliformes totales, 0.8 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes, con presencia de *Escherichia coli* en el grifo 3 (1 UFC/100 ml). La contaminación en captación fue de 2.8, en reservorios de 1.1 y en grifos de 0.6, sobrepasando en todos los puntos los límites máximos permisibles.

**Brouset et. al. (2018)** realizaron un estudio en Chullunquiani, Puno, utilizando la normativa peruana del Ministerio de Salud (D.S. 031-2012-SA) y las guías para la calidad de agua potable de la OMS. Los parámetros físico-químicos se evaluaron in situ, siguiendo

la metodología descrita en los Métodos Normalizados para Análisis de Aguas (APHA, AWWA, 2012). Los parámetros microbiológicos se analizaron mediante la técnica de número más probable en tubos de fermentación para coliformes totales. Los resultados mostraron un pH dentro de los rangos normativos: de 6,8 a 8,1 en el manantial 1, de 6,5 a 7,8 en el manantial 2, y de 8,7 en el pozo 1, superando este último la normativa. La turbidez fue alta en el agua de fuente superficial, especialmente en marzo durante la época de lluvias, con valores entre 4,1 y 3,3 NTU. En el manantial 1, la turbidez fue de 1,35 mg/L y en el manantial 2, de 1,12 mg/L, ambos dentro de la normativa. La conductividad, cloruros y sulfatos se encontraron dentro de los límites establecidos. En las pruebas microbiológicas se detectó la presencia de *Escherichia coli* en las aguas de los manantiales en diciembre, con 4866 UFC/100ml y 633,3 UFC/100ml. Concluyeron que los parámetros fisicoquímicos evaluados se encontraron dentro de la normativa D.S. 031-2010-SA, sin embargo, los parámetros microbiológicos, no se cumplieron con la normativa, presentando valores muy altos durante la temporada de lluvias.

**Albarrán (2019)** realizó un estudio en Shirac, Cajamarca, evaluando el estado del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua en los sectores de Bellavista y San Sebastián. La evaluación incluyó la infraestructura y la gestión de las autoridades, utilizando formularios de recolección de datos que se sistematizó en dos ítems dentro de tablas las cuales se subdividieron en diagnóstico, operación, recursos humanos, instrumentos de gestión, procedimientos, ejecución de inversiones. Bellavista obtuvo un 52.5% en infraestructura y un 36.67% en gestión del servicio, con un total de 46.17% de eficiencia, posicionándolo en la escala como un servicio con prestación con serias dificultades. San Sebastián obtuvo un 57.5% en infraestructura, 36.67% en gestión y un 49.17% en el estado del servicio, posicionándolo también en prestación con serias



dificultades, concluyendo en que el estado del servicio es deficiente y se recomendó mejorar la infraestructura hidráulica y capacitar a los administradores y usuarios.

**Pérez (2021)** realizó un estudio en Valle de Vitor, en el departamento de Arequipa, basándose en la normativa del Ministerio de Salud (D.S. 031-2012-SA) y los valores estipulados por la OMS. Utilizó la técnica de número más probable y técnicas de tubos múltiples de fermentación para la determinación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos obligatorios en la normativa peruana como turbiedad, conductividad, cloro residual y pH. El muestreo se realizó en diez puntos cada 15 días durante 3 meses, basándose en los Métodos Normalizados para Análisis de Aguas (APHA, AWWA). Los resultados mostraron que el punto M4 tenía el índice más alto de coliformes totales, alcanzando 135.95 NMP/100ml, y el índice más alto de coliformes termotolerantes se encontró en el punto M2 con valores superiores a 53.6 NMP/100ml. *Escherichia coli* superó los máximos en todos los puntos de muestreo, con el mayor índice en el M2 con 53.60 NMP/100ml. Mediante identificación bioquímica, se detectaron, *Escherichia coli*. Los aerobios mesófilos totales estuvieron presentes en conexión domiciliaria con  $1 \cdot 10^{-2}$  UFC y  $8 \cdot 10^{-2}$  UFC. Se concluyó que el agua consumida en el Valle de Vitor no cumple con la normativa peruana para límites máximos permisibles en agua de consumo humano, y se evidenció un abandono del monitoreo necesario para una vigilancia sistemática del abastecimiento y distribución.

**Ccora (2022)** realizó un estudio en Acobamba, Huancavelica, utilizando los métodos descritos entre los métodos estándar para examinación de agua, 23rd ed. (APHA, AWWA WEF, 2017), para determinación de color, turbidez, coliformes totales y termotolerantes. Los resultados mostraron la presencia de coliformes totales en la

captación de 220 NMP/100mL en época de sequía y 3500 NMP/100mL en época de lluvias. Los coliformes termotolerantes fueron de 22 NMP/100mL en sequía y 3500 NMP/100mL en lluvias. En la línea de conducción, los coliformes totales fueron de 920 NMP/100mL en sequía y 5400 NMP/100mL en lluvias, mientras que los coliformes termotolerantes fueron de 79 NMP/100mL en sequía y 940 NMP/100mL en lluvias. En la planta de tratamiento, reservorio y red de distribución, se encontró 0 NMP/100mL de coliformes totales y termotolerantes en ambas épocas. Los parámetros organolépticos en época de sequía incluyeron turbidez (22.20 UNT en captación, 25.9 UNT en línea de conducción, 0.51 UNT en planta de tratamiento, 0.26 UNT en reservorio, y 0.70 UNT en red de distribución), y pH (7.8 en captación, 7.6 en línea de conducción, 6.8 en planta de tratamiento, 7.0 en reservorio, y 7.8 en red de distribución). En época de lluvias, turbidez (34.6 UNT en captación, 38 UNT en línea de conducción, 0.55 UNT en planta de tratamiento, 1.77 UNT en reservorio, y 0.66 UNT en red de distribución), y pH (8 en captación, 7.7 en línea de conducción, 6.9 en planta de tratamiento, 7.2 en reservorio, y 7.7 en red de distribución). Se analizó también el cloro residual, encontrando valores en sequía de 0 mg/L en captación, 0 mg/L en línea de conducción, 1.8 mg/L en planta de tratamiento, 1.6 mg/L en reservorio, y 0.6 mg/L en red de distribución, y en lluvias de 0 mg/L en captación, 0 mg/L en línea de conducción, 0.7 mg/L en planta de tratamiento, 0.6 mg/L en reservorio, y 0.5 mg/L en red de distribución. Se concluyó que la contaminación por coliformes es mayor en época de lluvias en captación y línea de conducción, y que el agua en planta de tratamiento, reservorio y red de distribución cumple con los límites permisibles y es apta para consumo humano.

**Morales (2022)** estudio el agua subterránea utilizada para el consumo humano en el centro Poblado Pariamarca - Cajamarca, en el cual evaluó parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, obteniendo un promedio en pH de 7,27 ,conductividad eléctrica 1062

$\mu\text{S/cm}$ , dureza Total 755 mg/L, un valor máximo para calcio de 213.63 mg/L y para magnesio de 21.6 mg/L, en cuanto a coliformes totales un valor máximo de 5400 NMP/100 mL, respecto a coliformes termotolerantes 2400 NMP/100 mL, valores que fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031–2010–SA 10–SA, Morales concluyó que la calidad de las aguas subterráneas no son aceptables para el consumo humano.

**Gonzales et. al. (2023)** realizaron un estudio en las comunidades de Antacocha, Huaylacucho, Pampachacra, Pueblo Libre, San Gerónimo y Sachapite, en el departamento de Huancavelica, analizando 17 reservorios de agua no potabilizada. La valoración fisicoquímica incluyó turbidez, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, pH y potencial de oxidación, utilizando un equipo multiparamétrico Hanna Instruments modelo HI991301. El análisis microbiológico incluyó *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes y fecales mediante la técnica de número más probable; se sistematizó los resultados en un análisis de tendencia central y de dispersión. Los resultados mostraron que la turbidez estaba dentro del mínimo con 0.14 NTU y máximo de 5.7 NTU, con el 94.11% dentro de la norma, excepto el reservorio 6 con 0.07 NTU. El potencial redox tuvo un valor mínimo de 284 mV y máximo de 580 mV, por debajo del valor de activación bacteriana. El pH estuvo entre 6.52 y 8.25, con un promedio de 7.36 y desviación estándar de 0.54 en todos los reservorios. La conductividad eléctrica tuvo un promedio de 209.4  $\mu\text{S/cm}$  con desviación estándar de 157.74  $\mu\text{S/cm}$ . La temperatura variaba entre 10.4 °C y 15.9 °C, adecuados para baja tasa de crecimiento bacteriano. Los análisis microbiológicos mostraron contaminación en los reservorios 2, 5, 15 y 16, siendo el reservorio 15 el más contaminado con 200 UFC/100ml de coliformes totales y 15 UFC/100ml de coliformes fecales. Se concluyó que 5 de los 17 reservorios no cumplen completamente con todos los

parámetros analizados según la normativa peruana DS N° 031-2010-S. A y los estándares de la OMS, recomendando un mejor almacenamiento del agua.

### **1.1.3. Antecedentes Locales**

**Pacori (2018)** realizó un estudio en la comunidad de Hercca del distrito de Sicuani Provincia de Canchis, las metodologías aplicadas para el análisis fisicoquímico fueron: método electrométrico (pH), titulométrico (dureza, alcalinidad), nitrato mercúrico (cloruros), turbidimetría (sulfatos, turbiedad), conductímetro (conductividad eléctrica, sólidos totales), complexométrico (calcio, magnesio). Para la determinación de los parámetros bacteriológicos se aplicó la metodología de filtro de membrana para coliformes. Los resultados fueron; pH osciló entre 7.40 y 7.54, dureza total: entre 260.05 mg/l y 349.06 mg/l , alcalinidad: de 179.72 mg/l a 241.67 mg/l, cloruros: de 60.62 mg/l a 96.76 mg/l, sulfatos: de 58.85 mg/l a 71.54 mg/l, calcio: entre 89.71 mg/l y 109.07 mg/l, magnesio: de 25.45 mg/l a 32.61 mg/l, sólidos totales: de 278.45 mg/l a 379.86 mg/l , turbiedad: de 4.0 UNT a 6.3 UNT , conductividad eléctrica: de 5.56  $\mu$ S/cm a 760  $\mu$ S/cm; en el análisis bacteriológico, los coliformes totales mostraron un rango de 0 UFC/100 ml a 45.3 UFC/100 ml, y los coliformes termotolerantes variaron de 0 UFC/100 ml a 2 UFC/100 ml. Concluyo niveles en alcalinidad, calcio, magnesio y turbiedad que sobrepasan los ECAs, según ECA-015-2015-MINAM, pesar de las superaciones mencionadas, la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las zonas de captación de la comunidad de Hercca es adecuada para la producción de agua potable.

**Chalco (2023)** realizó un estudio en el manantial Marampampa, en el distrito de Ocobamba, Cusco. Este estudio, realizado de acuerdo con los estándares de calidad ambiental para agua de la subcategoría A1 del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, incluyó cuatro puntos de muestreo: manantial, reservorio, primera vivienda y última

beneficiaria. Se utilizaron equipos y métodos para medición in situ de parámetros fisicoquímicos como conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos, dureza, pH y turbidez. En los parámetros microbiológicos, se utilizó la técnica de número más probable para coliformes totales y termotolerantes. Los resultados mostraron una conductividad promedio de 55.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cloruros en 2.5 mg/L, sulfatos entre 8 y 15 mg/L, dureza máxima de 30 mg/L y promedio de 26 mg/L, pH 6.5 en punto 2 y 6.7 en punto 1, y turbidez de 0.2 NTU en el manantial y 0.3 NTU en los otros puntos. No se encontraron coliformes totales en la fuente, pero sí en los otros puntos con 23 NMP/100ml, y coliformes termotolerantes con 21 NMP/100ml. Se concluyó que el agua cumple con los estándares de calidad del Ministerio del Ambiente y es apta para consumo humano.

**Vara & Apaza (2023)** realizaron un estudio en tres centros poblados (Huachancay, Acconhuaylla y Masoccata) en el distrito de Pucyura, provincia de Anta, Cusco utilizando la aplicación de índices de sostenibilidad SIRAS de CARE Perú. Los resultados mostraron que el estado de infraestructura fue de 2.47 puntos en Huachancay, 2.19 en Acconhuaylla, y 3.35 en Masoccata. El estado del sistema fue de 3.03 en Huachancay, 2.39 en Acconhuaylla, y 3.39 en Masoccata. El índice de sostenibilidad de operación y mantenimiento fue de 3.53 en Masoccata, 2.89 en Huachancay, y 2.09 en Acconhuaylla. La gestión del servicio fue calificada en 3.56 en Masoccata, 3.38 en Huachancay, y 1.9 en Acconhuaylla. Se concluyó que el sistema de Masoccata es medianamente sostenible, al igual que Huachancay, mientras que Acconhuaylla es insostenible. En la operación y mantenimiento, Masoccata es sostenible, Huachancay es medianamente sostenible y Acconhuaylla es insostenible. En la gestión, Masoccata es sostenible, Huachancay medianamente sostenible y Acconhuaylla es insostenible. En general, Masoccata y Huachancay son medianamente sostenibles y Acconhuaylla es insostenible.

**Palomino (2023)** realizó un estudio en el sector Patawasi del distrito de Checacupe, provincia de Canchis, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos comparándolos con los decretos supremos N.º 0004-2017-MINAM y N.º 0031-2010-SA. Para lo cual utilizo las metodologías descritas en el SMEWW- APHA- AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd (2017) para coliformes y parámetros físicos y químicos. Los resultados mostraron en manantial Estange 1 y 2, 33 NMP/100ml de coliformes totales, valores <1.8 NMP/100ml para coliformes termotolerantes, pH 7.72 y 7.62, temperatura de 21.6 °C, conductividad 933.1 y 938.5 uS/cm, sólidos totales disueltos 484.50 y 584.10 mg/L, turbiedad 1.75 y 1.83 UNT, Dureza total 677.56 y 703.70 mg CaCO<sub>3</sub> /La, nitratos <0.0250 mg NO<sub>2</sub> /L. Concluyo que los parámetros pH, turbiedad, conductividad y sólidos totales disueltos tiene calidad apta en ambos manantiales; temperatura, dureza y oxígeno disuelto no cumplen con la calidad de agua en los manantiales; los coliformes totales no cumplen la normativa; en cambio el coliforme termotolerantes o fecal sí cumple con la calidad del agua en los manantiales Estange 1 y Estange 2.

## **1.2. Fundamentos Teóricos**

### **1.2.1. *Calidad del Agua***

La calidad del agua se refiere a la conformidad de diversas clases de agua con los requisitos establecidos por la normativa legal, según los distintos propósitos para los cuales se destina siendo el estado de las aguas. (RAE,2023). Determinación de las características del agua que se entrega a una población para ser consumida, analizando sus características microbiológicas y fisicoquímicas para ser evaluadas bajo la normativa vigente. (MINSA, 2010). Las condiciones perennes en el agua como características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el humano, siendo determinada comparando las características de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares (OMS,2011). La investigación y el desarrollo de estrategias efectivas para preservar la calidad del agua emergen como una prioridad ineludible para garantizar la sostenibilidad ambiental y el bienestar humano a largo plazo (ONU-DAES,2015).

### **1.2.2. *Agua de Consumo Humano***

Aquella que es segura para el consumo humano y adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluyendo la higiene personal y preparación de alimentos. (MINSA, 2010). Agua salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable para el uso personal y doméstico. Las normas del agua para consumo humano establecen estándares o valores referenciales que aseguran la seguridad del suministro de agua para todos los usos domésticos habituales (OMS, 2023), la implementación de estrategias de gestión de riesgos para garantizar la seguridad del agua potable, mediante el control de componentes peligrosos debe incluir la adopción de normativas nacionales o regionales basadas en la información científica proporcionada por las normas que establecen

requisitos mínimos para proteger la salud de los consumidores con valores de referencia numéricos (OMS,2011).

### ***1.2.3. Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano***

Estructura y conjunto de elementos organizados para suministrar servicio de agua de manera eficiente y continua. Siendo una red organizada de instalaciones, tuberías, planta de tratamiento y otros elementos diseñados para captar, tratar, transportar y distribuir agua potable a una comunidad o área determinada. Entre sus elementos incluye la captación, tratamiento, distribución y gestión del agua para satisfacer las necesidades de los usuarios. (MINSA, 2014). Se define como aquel que proporciona servicios públicos a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias, utilizando una distribución de agua diseñada para cumplir con los estándares de calidad y cantidad establecidos por las normas de diseño, desarrollados siguiendo criterios de ingeniería claramente definidos y aceptados tradicionalmente (OPS, 2009).

### ***1.2.4. Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano***

Son fuentes que se evalúan para asegurar el flujo continuo de agua en una calidad adecuada tomando diversos factores como topografía, ubicación, variación del caudal anual, fuentes secundarias, vulnerabilidad que son evaluados para ser considerados como fuente y crear una captación. Estas pueden ser Pluviales (agua de lluvia), Aguas superficiales (ríos, lagos, arroyos) o Aguas subterráneas (pozos profundos, galerías filtrantes, manantiales) (Norma OS.010 RNE, 2006).

### ***1.2.5. Tipos de sistemas Convencionales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano***

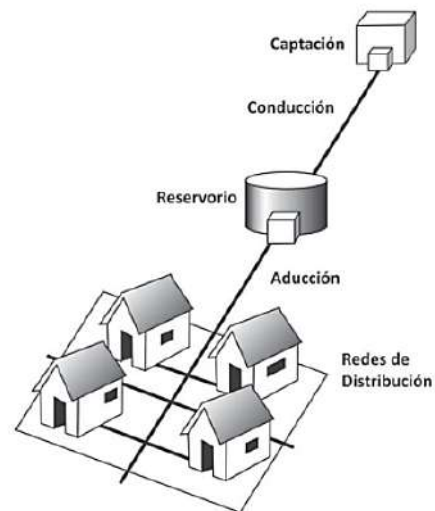
- **Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento (GST):** la calidad del agua en fuente es buena, no requiere una desinfección exigente o tratamiento complementario,



solo una simple cloración y el flujo del agua desde la captación a viviendas se da por fuerza gravitacional terrestre desde un punto alto hasta las redes de distribución; su fuente suele ser subterráneas. (OPS, 2009). Este tipo de sistema no requiere construcción de estructuras complicadas, tiene un menor costo de construcción, operación y mantenimiento (Agüero,2015). Se puede observar en **Figura 1**.

**Figura 1**

*Esquema de un sistema con conducción convencional de gravedad sin tratamiento*



**Fuente:** Organización panamericana de la salud, cap. 4 Saneamiento básico 2009.

- **Abastecimiento por Gravedad con Tratamiento (GCT):** suele tener como fuente aguas superficiales que es necesario pasar por un proceso de desinfección y clarificación, por lo que; después de la captación presenta una planta de tratamiento (OPS, 2009).
- **Abastecimiento por Bombeo sin Tratamiento (BST):** suele estar constituidos por pozos con agua de buena calidad bacteriológica como fuentes y en su captación cuenta con un sistema de bombeo que impulsa el transporte del agua hacia el reservorio (OPS, 2009).
- **Abastecimiento por Bombeo con Tratamiento (BCT):** suele tener como fuente aguas superficiales que necesitan un sistema de bombeo para impulsar el agua a la

planta de tratamiento donde recibe un proceso que adecue las características del agua dentro de la normativa antes de ser reservada para su distribución (OPS, 2009).

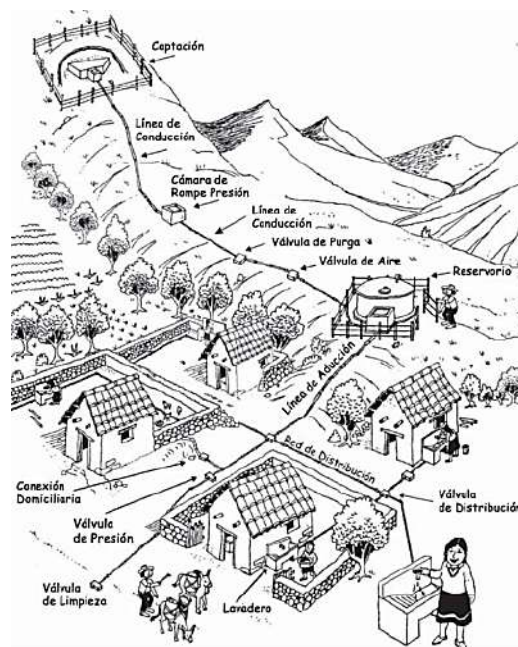
### 1.2.6. Componentes de un Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo

#### *Humano*

Un sistema de abastecimiento de agua debe incorporar los siguientes elementos fundamentales: la captación y la conducción del agua, instalaciones de plantas de tratamiento, áreas de almacenamiento de agua, estaciones de bombeo y redes de distribución específicamente destinadas al suministro de agua para consumo humano. Este conjunto de elementos, delineados en las normativas de ingeniería peruana (MVCT, 2006) constituye la infraestructura necesaria para garantizar un acceso seguro y eficiente al agua potable para la comunidad y podemos aprécialos en la **Figura 2**.

#### **Figura 2**

#### *Componentes de un sistema de abastecimiento*



**Fuente:** Organización panamericana de la salud, cap. 4 Saneamiento básico, 2009.

### ***1.2.7. Infraestructura de Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano***

La infraestructura de un sistema de abastecimiento de agua comprende las instalaciones físicas, equipos y tecnologías necesarios para la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua. Incluye pozos, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y redes de tuberías (MVCS, 2006).

### ***1.2.8. Gestión de Calidad de Agua para Consumo Humano***

Engloba un conjunto de medidas técnicas, administrativas y operativas con el objetivo de garantizar que la calidad del agua destinada al consumo humano cumpla con los límites máximos permitidos según las normativas vigentes. Este proceso abarca desde la implementación de prácticas técnicas efectivas hasta la supervisión y control riguroso, asegurando así que el agua ofrecida a la población cumpla con los estándares de seguridad establecidos en los reglamentos aplicables (MINSAs, 2010).

### ***1.2.9. Parámetros Físicos y químicos***

Estos componentes producen efectos a largo plazo, con una exposición prolongada y tienen efecto sobre las condiciones del agua (OMS, 2011) Los parámetros físico-químicos del agua de consumo humano comprenden las propiedades físicas y químicas que definen su calidad y seguridad para el consumo humano. Estos parámetros abarcan aspectos como el pH, la turbidez, la conductividad eléctrica, la presencia de metales pesados y compuestos orgánicos, entre otros (OMS-2011).

#### **1.2.9.1. Temperatura**

Es un parámetro fundamental que tiene influencia sobre el desarrollo de la vida en el agua. La temperatura actúa retrasando o acelerando la actividad biológica, la absorción de oxígeno, y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación, filtración y desinfección (Zahariev et al., 2009).

### **1.2.9.2. Turbiedad**

La turbiedad del agua se refiere a la cantidad de partículas suspendidas y materiales en suspensión que hacen que el agua se vea opaca. Se mide en unidades nefelométricas de turbidez (UNT) y está relacionada con la calidad estética y la capacidad de los sistemas acuáticos. La turbidez es un parámetro indispensable medir en agua potable debido a que pequeñas partículas suspendidas pueden contener gérmenes los mismos que podrían ocasionar enfermedades, en aguas superficiales la turbidez determina la falta de luz natural esto debido a la ausencia de penetración de luz en el agua, por consiguiente, cambia el flora y fauna del agua acuática (APHA, 2017).

### **1.2.9.3. Conductividad**

La conducción de la corriente eléctrica es una capacidad que posee el agua, esta conducción se puede dar a 25°C y se puede dar a través de iones disueltos. Existen algunos factores como: la temperatura, pH, gases disueltos y el tipo de sales presentes en el agua, que afectan la conductividad. La conductividad es un parámetro que puede variar de acuerdo al tipo de fuente o tipo de agua ya sea agua subterránea, agua superficial, agua residual, agua tratada, siendo la conductividad un indicador de contaminación por derrame de agua residual (Pérez-López, 2016).

### **1.2.9.4. Potencial de Hidrogeniones (pH) (Sorensen,1909)**

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del agua y está determinado por la concentración de iones de hidrógeno en una solución acuosa (Sørensen, 1909). Se considera un indicador clave de la salud del agua y puede afectar la solubilidad de diferentes compuestos químicos; comprende valores de 0 a 14.

### **1.2.9.5. Solidos Totales Disueltos**

Los sólidos totales disueltos representan la concentración total de sustancias disueltas en el agua. Pueden incluir sales, minerales y compuestos orgánicos. Se mide en miligramos por litro (mg/L) y es un indicador de la calidad química del agua (APHA,2017).

#### **1.2.9.6. Cloro Residual**

La cantidad de cloro que permanece en el agua destinada al consumo humano en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito después de la cloración durante el tratamiento, con el propósito de proteger contra posibles contaminaciones microbiológicas. (MINSA,2010) Según la Organización Mundial de las Naciones unidas un constante control del cloro residual es un indicador inmediato ante cualquier problema que pueda afectar ciertos parámetros microbiológicos. La contaminación del agua puede estar relacionada con la deficiencia o ausencia inesperada del cloro residual (OMS, 2011).

#### **1.2.9.7. Dureza Total**

La dureza total del agua está determinada por la concentración de iones de calcio y magnesio. Se mide en miligramos equivalentes de carbonato de calcio por litro (mg CaCO<sub>3</sub>/L) y puede afectar la formación de incrustaciones y la calidad del agua para uso doméstico e industrial (Sawyer,2002).

#### **1.2.9.8. Calcio**

El calcio es un catión divalente esencial en el agua, y su presencia puede deberse a la disolución de minerales como el yeso (sulfato de calcio) y la calcita (carbonato de calcio). La concentración de calcio en el agua puede influir en la dureza del agua y afectar la calidad del agua potable y otros usos. El calcio presente en el agua de consumo humano se refiere a la cantidad de este mineral disuelto en el agua. Este elemento desempeña un papel fundamental en la salud ósea y dental, así como en diversas funciones corporales.

Su presencia en el agua puede afectar su sabor y contribuir a la formación de depósitos minerales en las tuberías (Letterman, 2002).

#### **1.2.9.9. Cloruros**

Los cloruros en el agua generalmente provienen de la disolución de sales, como el cloruro de sodio. La medición de la concentración de cloruros es esencial para evaluar la salinidad del agua, especialmente en fuentes de agua dulce. Altas concentraciones de cloruros pueden tener impactos en la calidad del agua para consumo humano y agrícola. Su presencia puede ser tanto natural como resultado de actividades humanas, como el vertido de aguas residuales o el uso de productos químicos. La concentración de cloruros en el agua puede tener consecuencias para la salud y la calidad del agua, y su seguimiento es esencial para asegurar que se cumplan los estándares de calidad establecidos (Letterman, 2002).

#### **1.2.9.10. Sulfatos**

Los sulfatos en el agua provienen principalmente de la disolución de minerales como yeso y sulfato de calcio. La presencia de sulfatos está relacionada con la dureza del agua y puede afectar la calidad del agua, especialmente en términos de sabor y olor. Además, altas concentraciones de sulfatos pueden tener implicaciones en la corrosividad del agua. Los sulfatos en el agua de consumo humano son compuestos de azufre y oxígeno que pueden estar presentes en el agua, con origen en diversas fuentes como la erosión natural y actividades industriales (Letterman, 2002).

#### **1.2.9.11. Magnesio**

El magnesio es otro catión divalente común en el agua, y su presencia está relacionada con la dureza del agua. La concentración de magnesio puede afectar la calidad del agua para consumo humano y agrícola. Además, en combinación con otros iones, el

magnesio puede influir en la formación de incrustaciones en tuberías y equipos (Letterman, 2002).

#### **1.2.9.12. Nitratos**

Los nitratos y nitritos son formas de nitrógeno que pueden ingresar al agua a través de la contaminación agrícola y urbana. Su presencia en concentraciones elevadas puede tener impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente. (APHA,2017) Los nitratos en el agua de consumo humano son compuestos químicos derivados de la combinación de nitrógeno y oxígeno, los cuales pueden disolverse en el agua. Su presencia puede tener origen tanto natural como resultado de actividades humanas, como la agricultura intensiva o el vertido de aguas residuales. Concentraciones elevadas de nitratos en el agua pueden representar un riesgo para la salud, especialmente para bebés y mujeres embarazadas, ya que pueden convertirse en nitritos en el cuerpo, afectando la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre (Letterman, 2002).

#### **1.2.9.13. Alcalinidad Total**

La alcalinidad total del agua está relacionada con la capacidad de neutralizar ácidos y mantener el equilibrio del pH. Se mide en miligramos equivalentes de carbonato de calcio por litro (mg CaCO<sub>3</sub>/L) y es un indicador importante de la capacidad tampón del agua (APHA,2017).

#### **1.2.10. *Parámetros de Campo***

Indicadores fisicoquímicos que se realiza en el punto de muestreo para no tener variación evidente, como temperatura, pH, cloro residual, alcalinidad, turbiedad y conductividad. (MINSAs, 2014), estos se pueden medir por medio de equipos multiparamétricos de fácil transporte.

#### **1.2.11. *Parámetros Bacteriológicos***

Son microorganismos patógenos indicadores de contaminación analizados para consumo humano. Se refieren a la presencia y cantidad de microorganismos patógenos y otros contaminantes biológicos en el agua, los cuales pueden representar un riesgo para la salud (OMS, 2011).

#### **1.2.11.1. Bacterias Coliformes Totales (Escherich, 1885).**

Bacterias bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos fermentadoras de lactosa, se utiliza como indicadores de contaminación fecal. Está conformado por 4 géneros: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella* y *Serratia* (Kornacki et al, 2015).

#### **1.2.11.2. Coliformes Termotolerantes (Geldreich & Kenner , 1969)**

Bacterias bacilos Gram negativa aeróbicos o anaeróbicos fermentadoras de lactosa que genera gas; específicamente, aquellos que pueden crecer a 44.5 °C, son considerados indicadores más específicos de contaminación fecal reciente y se utilizan para evaluar la seguridad microbiológica del agua para consumo humano (APHA, 2017).

#### **1.2.11.3. *Escherichia coli* (Escherich, 1885)**

Bacteria Gram negativa, anaeróbico facultativo, fermentadora de lactosa de la familia Enterobacteriácea, común en el intestino humano, indicador de contaminación fecal reciente y produce riesgo para la salud produciendo enfermedad diarreica aguda (APHA, 2017).

#### **1.2.11.4. Bacterias Heterótrofas**

Las bacterias heterótrofas son organismos que obtienen carbono de compuestos orgánicos. Su presencia en el agua puede afectar la calidad estética, el sabor y el olor. Estudios sobre la diversidad y la influencia de estas bacterias en el agua son fundamentales para comprender su impacto ambiental (Reasoner & Geldreich, 1985).



### 1.2.12. Límites Máximos Permisibles (LMPs):

Corresponden a los límites máximos permitidos para los indicadores que reflejan la calidad del agua, de acuerdo con lo establecido en la normativa D.S. N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” (MINSA, 2010).

**Tabla 1**

*Límites máximos permisibles de parámetros bacteriológicos de agua para consumo humano*

Parámetro	Unidad	LMP
Bacterias Coliforme Totales	UFC/100 ml	0 (*)
Escherichia Coli	UFC/100 ml	0 (*)
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 ml	0 (*)
Bacterias heterotróficas	UFC/100 ml	500

UFC: Unidad formadora de colonias

(\*): En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiple = <1.8 UFC/100ml

**Fuente:** Ministerio de Salud DS. 031-2010-SA

**Tabla 2**

*Límites máximos permisibles para parámetros físicos y químicos del agua para consumo humano*

Parámetro	Unidad	LMP
Temperatura	°C	>3
Turbiedad	NTU	5
pH		6,5-8,5
Conductividad eléctrica	us/cm	1500
Cloro residual	mg/L	0.5-5
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500
Calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250
Magnesio	mg/L	150
Sulfatos	mg/L	250
Cloruros	mg/L	250
Nitratos	mg/L	50
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250
Solidos disueltos	mg/L	1000

**Fuente:** Ministerio de Salud DS. 031-2010-SA

### 1.2.13. Estándares de Calidad Ambiental (ECA):

Los ECA determinan valores máximos permitidos de contaminantes con el fin de asegurar un ambiente de calidad existen cinco estándares dentro de los cuales se detalla para el agua en el D.S N° 004-2017-MINAM (MINAM, 2017).

**Tabla 3**

*Estándares de calidad ambiental Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable*

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100mL	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

**Fuente:** Ministerio del Ambiente DS. 004-2017-SA

**Tabla 4**

*Estándares de Calidad de ambiental para parámetros físicos y químicos de agua cruda.*

Parámetro	Unidad	ECA
Temperatura	°C	-
Turbiedad	NTU	5
pH		6,5-8,5
Conductividad eléctrica	us/cm	1500
Cloro residual	mg/L	-
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500
Calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-
Magnesio	mg/L	-
Sulfatos	mg/L	-
Cloruros	mg/L	250
Nitratos	mg/L	-
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-
Solidos totales disueltos	mg/L	1000

**Fuente:** Ministerio del Ambiente DS. 004-2017-SA

### 1.3. Marco legal

- Constitución política del Perú 1993, artículo 2 inciso 22, artículo 195 inciso 8.
- Ley de recursos hídricos N 29338, Decreto supremo. 001-2010-AG
- Decreto supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de calidad de agua para consumo humano.
- Decreto supremo N° 004-2017-MINAN. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias
- Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA. Reglamento nacional de edificaciones título II Habilitaciones urbanas, capítulo 3 Obras de saneamiento
- Resolución de Consejo Directivo N° 015-2020-SUNASS-CD reglamento de calidad de la prestación de los servicios de saneamiento brindados por organizaciones comunales en el ámbito rural.
- Resolución Ministerial N° 650-2014-MINSA. Directiva sanitaria N°055-MINSA/DIGESA para la formulación, aprobación aplicación del programa de adecuación sanitaria (PAS) por los proveedores de agua para consumo humano.
- Resolución directoral N° 160- 2015/DIGESA/SA. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.
- Ley N° 30588 - Ley de Reforma Constitucional que reconoce el Derecho de Acceso al Agua como Derecho Constitucional, publicado el 22 de junio del 2017.

## CAPITULO II. AREA DE ESTUDIO

### 2.1. Ubicación política

El estudio se localizó en:

Región	: Cusco
Provincia	: Canas
Distrito	: Yanaoca
Centros poblados	: Jilanaca Rancho, Colliri Grande
Sistemas de abastecimiento	: Jilanaca Rancho, Colliri Grande

### 2.2. Ubicación geográfica

El centro poblado de Jilanaca Rancho se encuentra en la región Suni con una altitud promedio de 3988 metros, un área aproximada de 0.18 Km<sup>2</sup> y perímetro 1.75 Km; colinda por el noreste con el centro poblado de Jilanaca del distrito de Tinta provincia de Canchis, por el suroeste con el centro poblado de Saytoqo del distrito de Yanaoca.

El centro poblado de Colliri Grande se encuentra en la región Suni con una altitud promedio de 3982 metros, un aproximado en área de 0.53 Km<sup>2</sup> y perímetro 3.15 Km; limita por el norte con el centro poblado de Qqechaqchecha, sureste con el centro poblado de Colliri Chico, Este con el centro poblado de Phauchi y Oeste con el distrito de Tupac Amaru.

Los centros poblados cuentan con las siguientes coordenadas geográficas presentadas en la **Tabla 5**.

**Tabla 5**

*Coordenadas de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

Coordenadas	JILANACA RANCHO	COLLIRI GRANDE
Este	257551 m	234911 m
Norte	8437267 m	8420280 m
Altitud media	3988 m	3882 m

**Fuente:** INEI, 2017.

**Figura 3**

*Centro poblado Jilanaca Rancho*



**Fuente:** Google Earth, 2024.

**Figura 4**

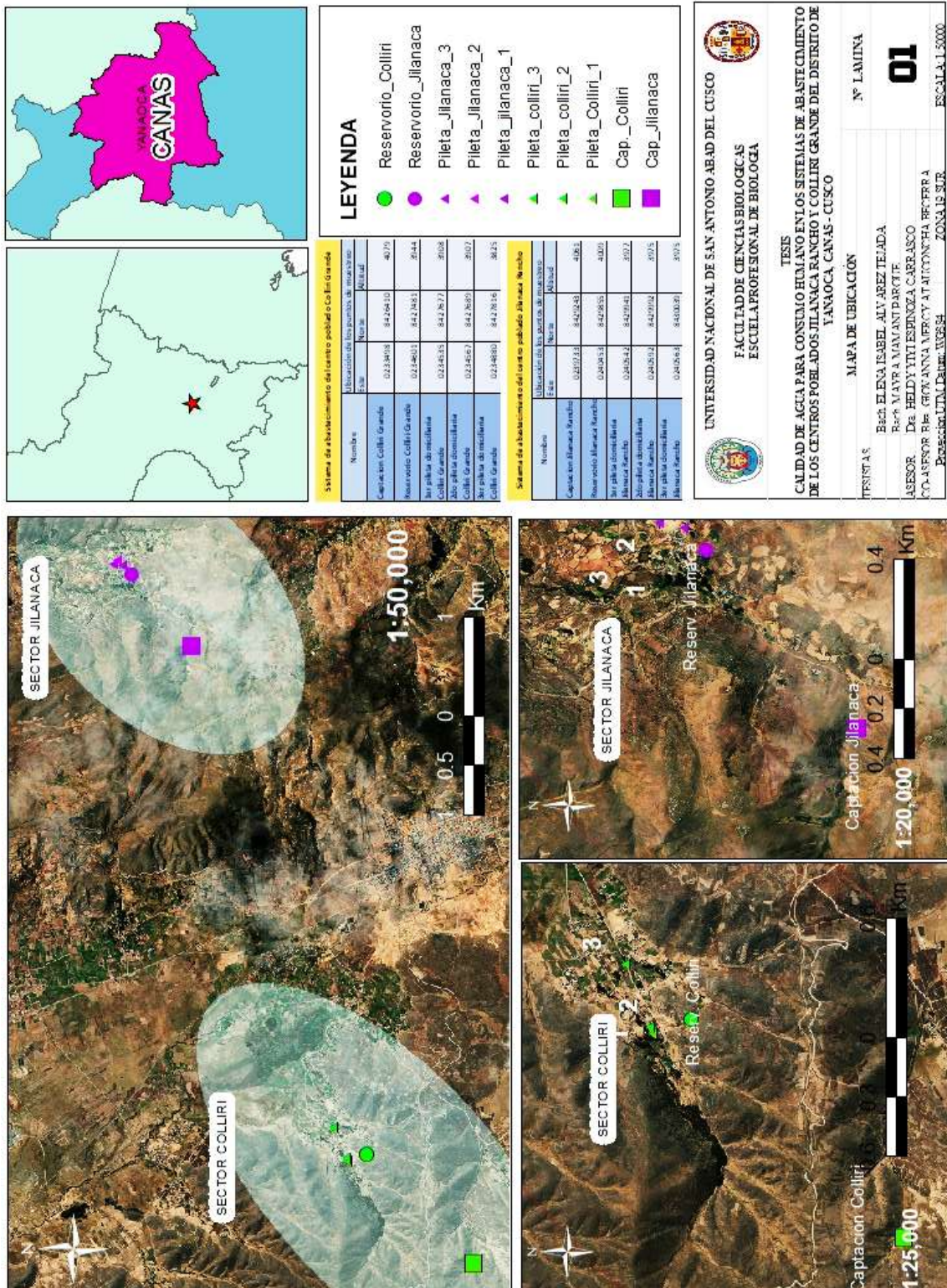
*Centro poblado Colliri Grande*



**Fuente:** Google Earth, 2024.

**Figura 5**

*Ubicación política y geográfica de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



### **2.3. Accesibilidad**

Los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande tienen accesibilidad desde la ciudad de Yanaoca por medio de vías de trocha carrozable, Jilanaca Rancho se encuentra a 6 Km al noreste de distancia de la ciudad de Yanaoca y Colliri Grande a 7 Km al noroeste de la ciudad de Yanaoca; la ciudad de Yanaoca capital del distrito se encuentra a 125.7 km al sureste de la ciudad del Cusco, aproximadamente a 2 horas y 30 minutos transportándose desde la ciudad de Cusco a la ciudad de Yanaoca a través de la carretera interprovincial Cusco – Sicuani realizando una desviación al suroeste en Combapata por la vía Combapata- Yanaoca (MTC, 2017).

### **2.4. Descripción del área de estudio**

Los centros poblados de Jilanaca Rancho y Colliri Grande se encuentran en el distrito Yanaoca considerados dentro de los pueblos altivos de la región de Cusco; ubicados en el sureste de la región, en la cadena occidental de los andes sobre la cuenca media alta del Apurímac (INEI, 2001).

El centro poblado de Jilanaca Rancho se encuentra principalmente en una ladera con bajada pronunciada, en un radio de 2 Kilómetros se puede observar áreas de arbustos, tierra de cultivo y pradera, su vía de acceso es trocha carrozable con tramos accidentados. El centro poblado de Colliri Grande se encuentra con desniveles en una bajada no pronunciada, en un radio de 2 Kilómetros se puede observar áreas de arbustos, tierra de cultivo y pradera, su vía de acceso es trocha carrozable (MTC,2017).

### **2.5. Aspectos socioeconómicos**

Jilanaca Rancho y Colliri Grande presentan viviendas hechas de adobe, que cuenta con electrificación y 24 horas de servicio de agua. La población que habita los centros poblados se dedica a actividades agrícolas, ganaderas, construcción civil y mantenimiento,

en Jilanaca Rancho también algunos pobladores manifiestan ocupación artística. Las principales actividades económicas son la agricultura destacando el cultivo de papa, habas, alfalfa; así como también la ganadería con la crianza del ganado vacuno, ovino y porcino.

La población de ambos centros poblados en gran parte se encuentra en el estrato económico de pobreza; según el reporte regional de indicadores sociales del departamento de Cusco, Yanaoca se encuentra dentro de los 10 distritos más pobres de Cusco (MIDIS, 2020), esto debido a diversas carencias como son los servicios básicos, la falta de carreteras adecuadas que permitan a los pobladores comercializar sus productos y ausencia de servicios de salud. Los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande son carentes de un puesto de salud, al no contar con personal médico o enfermería en la población remedian sus malestares con medicina tradicional, en casos graves se aproximan al centro de salud más cercano ubicado en la ciudad de Yanaoca; la educación se imparte en una institución educativa unidocente de nivel inicial y primario, por lo cual para adquirir educación secundaria o superior deben trasladarse hacia las ciudades colindantes.

## **2.6. Clima**

Los centros poblados de Jilanaca Rancho y Colliri Grande se encuentran en la región Suni por lo que presentan el característico clima templado frío de zonas altas, su temperatura varía entre  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  con ocasionales variaciones que puede llegar a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , presenta dos temporadas, temporada de lluvias que dura 4.3 meses desde mediados de noviembre hasta marzo, con sus puntos más altos de precipitación de diciembre y enero con un promedio 93 milímetros de lluvia; la temporada seca dura 7.7 meses desde finales de marzo hasta mediados de noviembre (SENAMHI, 2020).



## **CAPITULO III. MATERIALES Y METODOLOGIA**

### **3.1. Lugar de procedencia de la muestra.**

El estudio se localizó en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande, donde se determinó 5 puntos de muestreo: Captación, reservorio, tres piletas domiciliarias.

### **3.2. Lugar de procesamiento de las muestras de agua.**

La preparación de medios de cultivo y los análisis bacteriológicos se realizaron en el laboratorio de Microbiología de Aguas y Alimentos ubicado en el ambiente 213 del pabellón de Control de Calidad de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

### **3.3. Equipos e insumos**

#### **Equipos**

- Incubadora H.W. Kessel S.A.
- Baño maría Hubner
- Refrigerador Bosch
- Autoclave Phoenix
- Estufa o cocineta Cimarec
- Balanza Analítica H. W. Kessel
- Agitador Vortex Digital con Sensor Velp
- Horno Pasteur ESCO
- Laptop LENOVO CORE i5

## **Materiales de campo**

- Equipo multiparámetro HACH HQ40d (Propiedad del centro de salud Yanaoca)
- Colorímetro HACH Pocket Colorimeter II (Propiedad del centro de salud Yanaoca)
- Turbidímetro HACH 2100Q (Propiedad del centro de salud Yanaoca)
- Reactivo en polvo de cloro libre DPD (dietil-para-fenil-diamina)
- Sistema de posicionamiento digital (GPS) Garmin
- Frascos de vidrio estériles de 500 ml
- Frascos de vidrio estériles de 1000 ml
- Botellas de primer uso de 1000 ml
- Cooler de 45.4 litros
- Gel refrigerante
- Elementos de protección personal
- Cámara fotográfica de celular Samsung A23.
- Fichas de campo
- Marcadores
- Lapiceros

## **Medios de cultivo**

- Caldo lauril triptosa
- Caldo verde brillante bilis (Brilla)
- Caldo EC - MUG
- Peptona alcalina
- Agar Endo
- Agar m -FC

- Agar R2A
- Agar tiosulfato citrato sales biliares sacarosa (TCBS)
- Agar eosina azul de metileno (EMB)

### **Materiales de procesamiento**

- Membranas filtrantes de nitrocelulosa blancos y negros de 0,45  $\mu\text{m}$  (Sartorius)
- Almohadilla absorbente de celulosa o filtros PAD
- Embudos de filtración
- Tierra de diatomeas
- Solución de Tiosulfato de sodio al 3%
- Propipetas
- Mechero Bunsen
- Asas de siembra
- Agitadores magnéticos
- Pinzas
- Gradillas
- Equipo de protección personal (guantes, gorra, bata)
- Botellas estériles tapa rosca de 1000 ml
- Botellas estériles tapa rosca de 500 ml
- Pipetas volumétricas estériles de 10 ml, 1ml
- Tubos con tapa rosca
- Tubos Durham
- Placas Petri estériles
- Matraz Erlenmeyer
- Probeta

### 3.4. Metodología

#### 3.4.1. Tipo de estudio

La presente investigación es descriptiva – transversal, de enfoque cuantitativo y cualitativo.

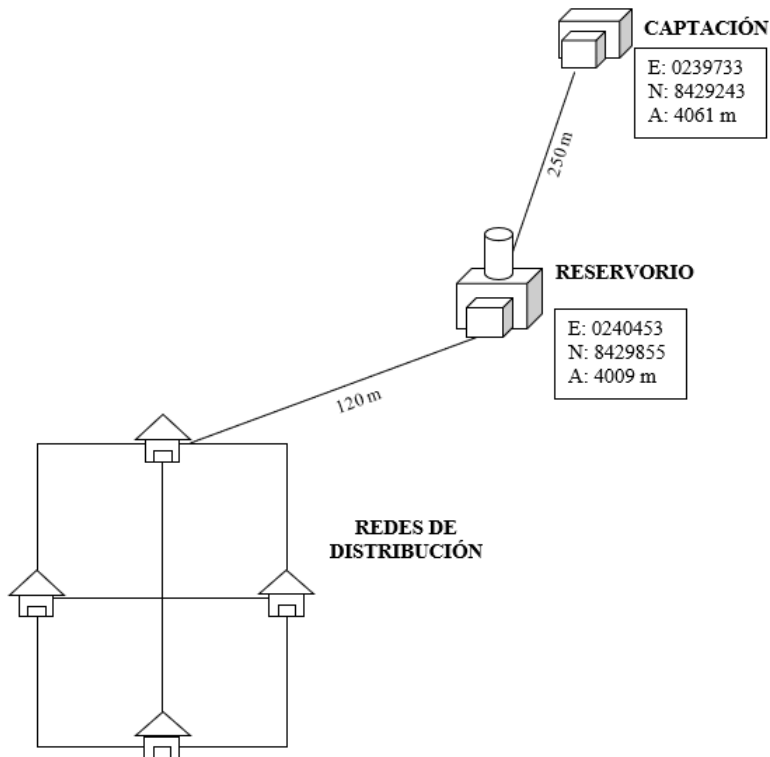
#### 3.4.2. Evaluación del estado de infraestructura y gestión del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los centros poblados *Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

Se coordinó con el responsable del área técnica municipal (ATM), jefe de la Unidad de Saneamiento Ambiental del Centro de Salud Yanaoca y presidentes de los JASS, la visita para el reconocimiento y observación de los sistemas de abastecimiento de ambos centros poblados, estos siendo sistemas lineales de gravedad sin tratamiento como se ve en las **figuras 6 y 7**.

- Las captaciones tienen fuentes de origen manantial, la infraestructura está compuesta por una cámara tipo ladera en forma cuadrangular de concreto con tapa sanitaria de metal, válvula de control y cerco de protección de alambre de púas.
- Las líneas de conducción son por gravedad con tuberías de PVC de 4 pulgadas. Colliri Grande presenta además dos válvulas de purga constituida por una llave de paso en un dado de protección de concreto.
- Los reservorios están constituidos por tanques de almacenamiento que son cajas de concreto en forma cuadrangular con tapa sanitaria metálica y una caseta de cloración por goteo sin insumos.
- Las redes de distribución están formadas por tuberías principales de tubos de PVC de 2 pulgadas y una red de distribución secundaria de tubos de PVC de ½ pulgada y llaves de grifo sin micromedidores.

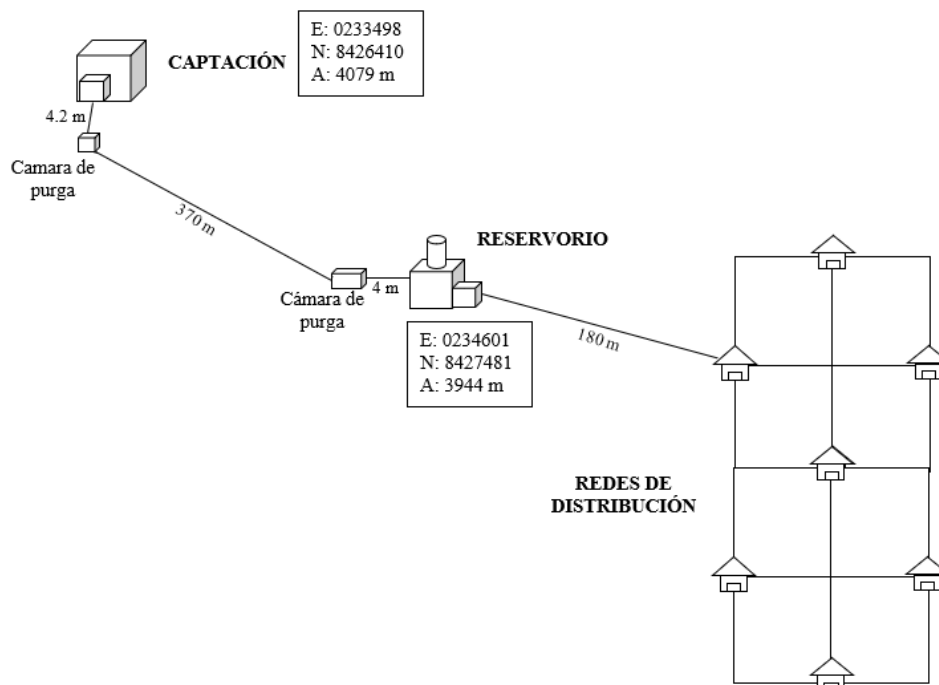
**Figura 6**

*Croquis del sistema de abastecimiento Jilanaca Rancho*



**Figura 7**

*Croquis sistema de abastecimiento Colliri Grande*



Se determinó el estado de servicio del sistema mediante la recolección de datos de infraestructura y gestión, los cuales se realizaron de acuerdo a los formularios establecidos en la Directiva Sanitaria N°055-MINSA/DIGESA (MINSA, 2014) que se puede observar en el **Anexo 2**. Estos se desarrollaron mediante una inspección y observación in situ del sistema, así como entrevistas a los miembros del JASS de cada centro poblado, la organización y análisis de los datos recaudados se planteó de acuerdo a la referencia metodológica de trabajo de la investigación previa que desarrollo Albarrán que a su vez tomo como base a la matriz de Aliaga que se puede observar en el **Anexo 3**. Para obtener la calificación en el estado del servicio de agua potable de los sistemas de abastecimiento de agua de Jilanaca Rancho y Colliri Grande, fue necesario los componentes de infraestructura y gestión. Estos, a su vez, están compuestos por categorías. El componente de infraestructura incluye las categorías de diagnóstico del sistema y operatividad, mientras que en el componente de gestión se consideran las categorías de recursos humanos e institucionales, instrumentos de gestión, procedimientos y ejecución de inversiones.

- El componente de infraestructura conto con 20 ítems que tomaron la escala de calificación de 0 puntos ,1.5 puntos y 3 puntos; teniendo un total de 60 puntos en caso de presentar el estado de infraestructura más optimo.
- El componente de gestión conto con 24 ítems que tomaron la escala de calificación de 0 puntos ,1.5 puntos y 2.5 puntos; teniendo un total de 60 puntos en caso de presentar la gestión de servicio más optimo.

Para obtener el puntaje total de componente se realizó la suma de los puntajes adquiridos en las categorías que los integran.

- Estado de infraestructura = puntaje de diagnóstico + puntaje de operación

- Gestión de servicio = puntaje de recursos humanos/institucionales + puntaje de instrumentos de gestión + puntaje de procedimientos + puntaje de ejecución de inversiones

La evaluación de cada componente (estado de infraestructura y gestión de servicio) se halló porcentual a un óptimo, para lo cual se utilizó una regla de tres simple llegando a la siguiente formula:

$$EC = \frac{PT \times EOC}{PO} \quad \text{donde:}$$

**PT:** Puntaje total de componente.

**PO:** Puntaje óptimo de componente (60 puntos)

**EOC:** Evaluación óptima de componente (100%)

**EC:** Evaluación de componente

La evaluación de componente se obtuvo en valor porcentaje el cual se puede calificar dentro de los niveles descritos en la **tabla 6**.

**Tabla 6**

*Rangos de clasificación de evaluación de componentes de un sistema de abastecimiento según Albarrán*

Nivel de evaluación de componente	Rangos de clasificación	Criterio de evaluación
Nivel desarrollo alto	75% - 100%	Estados óptimos con algunas debilidades que pueden corregirse en el proceso.
Nivel desarrollo medio	50% - 74%	Requieren de asistencia técnica y aplicación de medidas correctivas para superar los problemas, pero tienen altas probabilidades de éxito.
Nivel desarrollado bajo	0% - 49%	Requiere ajustes estructurales, desempeño deficiente, requiere cambios profundos e inmediatos.

**Fuente:** (Albarrán, 2019)

El estado de servicio se obtuvo con la sumatoria porcentual del estado de infraestructura y gestión del servicio, al criterio del evaluador dando el valor porcentual de evaluación de estado de infraestructura el 60% del total y Gestión del servicio el 40% del total, por lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$ES = (EI \times 0.60) + (EG \times 0.40) \quad \text{donde:}$$

**ES:** Estado de servicio

**EI:** Evaluación de estado de infraestructura

**EG:** Evaluación de Gestión del servicio

### 3.4.3. Selección y ubicación de puntos de muestreo en los sistemas de abastecimiento

Los puntos se establecieron de acuerdo a la resolución directoral N° 160-2015/DIGESA/SA propuesto por la dirección de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2015), en el que establece puntos fijos de muestreo del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, el cual comprende: captación, reservorio y redes de distribución (tres piletas domiciliarias).

**Tabla 7**

*Georreferenciación de puntos de muestreo sistema Jilanaca Rancho*

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CENTRO POBLADO JILANACA RANCHO				
Nombre	N° de muestras	Este	Norte	Altitud
Captación Jilanaca Rancho	3	0239733 m	8429243 m	4061 m
Reservorio Jilanaca Rancho	2	0240453 m	8429855 m	4009 m
Redes de distribución	1er pileta	0240542 m	8429941 m	3977 m
	2do pileta	0240592 m	8429992 m	3975 m
	3er pileta	0240563 m	8430039 m	3975 m
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>			



**Tabla 8***Georreferenciación de puntos de muestreo sistema Colliri Grande*

<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CENTRO POBLADO COLLIRI GRANDE</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Nº de muestras</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>
Captación Colliri Grande	3	0233498 m	8426410 m	4079 m
Reservorio Colliri Grande	2	0234601 m	8427481 m	3944 m
Redes de distribución	1er pileta	0234535 m	8427677 m	3908 m
	2do pileta	0234567 m	8427689 m	3907 m
	3er pileta	0234880 m	8427816 m	3825 m
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>			

#### **3.4.4. Determinación de parámetros físicos y químicos en agua de los sistemas**

##### **Puntos de muestreo:**

Se recolecto una muestra en captación y una muestra en reservorio por cada sistema de abastecimiento de agua, haciendo un total de cuatro muestras por fecha.

##### **Toma de muestra**

La toma de muestra se realizó según el protocolo otorgado por la entidad, se utilizó frascos de 1 litro de capacidad de primer uso, el cual se enjuago con el agua recolectada dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, se llenó hasta al límite del frasco, se procedió a rotular y se acondiciono para llevarlo al laboratorio. (DIGESA, 2015)

### **Determinación de parámetros en campo**

Los parámetros fisicoquímicos de campo o in situ son: sólidos totales disueltos, temperatura, pH, conductividad y turbidez; los que se determinaron utilizando los equipos multiparámetro HACH y Turbidímetro HACH, propiedad del centro de salud Yanaoca, entidad que nos proporcionó los equipos en préstamo y un técnico operario de apoyo.

### **Determinación parámetros en laboratorio**

El análisis de parámetros fisicoquímicos en laboratorio de los indicadores de temperatura, turbiedad, pH, conductividad eléctrica, dureza total, calcio, magnesio, sulfatos, cloruros, nitratos, alcalinidad total y solidos totales disueltos; se efectuó mediante una contrata a terceros en el laboratorio de Análisis Químico del pabellón de Control de Calidad de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; los resultados se obtuvieron mediante la metodología estandarizada de análisis de las aguas naturales de Jean Rodier 9na Edición. Los resultados fueron interpretados en contraste a las normativas del D.S. N° 004-2017-MINAN y D.S. N° 031-2010-SA.

#### ***3.4.5. Determinación de cloro residual en agua de consumo humano en reservorios y redes de distribución de los sistemas***

##### **Puntos de muestreo:**

Se realizo la determinación en reservorio y en tres piletas domiciliarias por cada sistema de abastecimiento de agua, haciendo un total de ocho tomas por determinación.

##### **Procedimiento**

Se determino el cloro residual del agua tratada con el colorímetro HACH y apoyo del técnico operario, realizando los siguientes pasos:

- Se encendió el equipo y se colocó a lectura una cubeta con agua destilada para realizar la calibración del equipo antes de cada determinación.
- Se añadió 10 ml de agua de consumo humano en la cubeta del equipo, a la cual se le adiciono el reactivo en polvo de cloro libre DPD, se mezcló suavemente y se colocó en el equipo.
- Se leyeron y registraron los resultados mostrados en la pantalla (HACH COMPANY, 2003).

### **3.4.6. Análisis bacteriológico en agua de los sistemas en estudio**

#### **Puntos de muestreo:**

Se recolecto una muestra en captación, una muestra en reservorio, una muestra por cada pileta domiciliaria, por cada sistema de abastecimiento de agua, haciendo un total de doce muestras por fecha.

#### **Toma de muestra**

Para el análisis bacteriológico, se tomaron dos muestras de 500 ml de agua en cada punto de muestreo. Estas se realizaron según el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) RD: 39212-2015-DI (DIGESA, 2015), el cual menciona los siguientes pasos:

- Se utilizaron guantes estériles al momento de la toma de muestra.
- En la captación y reservorio, primero se retiró la cubierta de la botella con tapa rosca estéril, evitando tocar el interior del frasco y revisando que no tuviera contacto con otras superficies. Se sostuvo la botella por la parte inferior y se sumergió a una profundidad de 20 centímetros.

- En las redes de distribución, se desechó cualquier sustancia desconocida del grifo. Se dejó correr el chorro de agua por dos o tres minutos para proceder a la toma de muestra, evitando que la boca de la botella estéril tuviera contacto con el grifo.
- Todas las muestras bacteriológicas se conservaron en cajas térmicas (cooler) con gel refrigerante, posteriormente se transportó y analizo en un periodo de 6 horas como máximo.

### **Procedimiento**

Los análisis bacteriológicos se realizaron de acuerdo a las técnicas mencionados en "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater," 23rd Edition (APHA; AWWA; WPCF, 2017).

### **Técnica de fermentación en tubos múltiples por el número más probable (NMP) para determinación de coliformes totales y coliformes termotolerantes**

En las muestras recolectadas en captación, se realizaron la prueba presuntiva y la prueba confirmativa.

#### **Prueba presuntiva:**

- Se transfirieron 10 ml, 1 ml y 0,1 ml de la muestra de agua en 5 tubos de las 3 hileras con caldo lauril triptosa y tubo Durham en su interior.
- Los tubos inoculados con la muestra se incubaron a  $35 \pm 0,5$  °C por  $24 \pm 2$  horas.
- Pasadas las 24 horas, se agitó cada tubo suavemente y se observó la producción de gas y turbidez. Posteriormente, se volvieron a incubar, examinando los tubos nuevamente al final de  $48 \pm 3$  horas.

- La lectura se consideró positiva si presentaba gas en el tubo Durham o turbidez en los tubos.
- Los tubos positivos fueron analizados nuevamente en la prueba confirmativa.

#### **Prueba confirmativa:**

- De los tubos con reacción positiva en la prueba presuntiva anterior, con un asa estéril se transfirieron al caldo Brilla y EC-MUG.
- Se incubaron los tubos con caldo BRILLA a  $35 \pm 0,5$  °C durante  $48 \pm 3$  horas y los del caldo EC-MUG a  $44,5 \pm 0,2$  °C durante  $24 \pm 2$  horas.
- La producción de gas en el tubo Durham invertido o la presencia de turbidez en el caldo BRILLA a las  $48 \pm 3$  horas indicó resultados positivos para coliformes totales, y en el caldo EC-MUG, para coliformes termotolerantes.
- Finalmente, se calculó el valor del NMP con los tubos positivos obtenidos.
- Para *Escherichia coli*, a partir de los tubos positivos del caldo EC-MUG, se sembró en agar EMB y se incubó por  $24 \pm 2$  horas a  $35 \pm 0,5$  °C para posteriormente recontar las unidades formadoras de colonias.

#### **Técnica de vertido en placa o placa fluida para bacterias heterótrofas**

Se realizó en las muestras recolectadas en captación.

- Se depositaron 1 ml y 0,1 ml de la muestra en una placa estéril, por duplicado, sobre las cuales se añadió el medio R2A.
- Se homogenizaron cuidadosamente todas las placas inoculadas con movimiento de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás. Estos movimientos se efectuaron unas 4 veces.
- Las placas se incubaron a 35 °C durante 48 horas.

- Finalmente, se procedió al recuento de unidades formadoras de colonias, obteniendo promedios de los resultados.

### **Técnica de filtro en la almohadilla absorbente o filtros PAD para *Vibrio cholerae*:**

Se realizó en las muestras recolectadas en captación.

- Se colocó la almohadilla absorbente de celulosa (filtros PAD) sobre el receptáculo del equipo de filtración. Sobre el filtro se colocó la tierra de diatomeas.
- Se filtraron 500 ml de la muestra.
- Se colocó el filtro PAD en el medio enriquecido en frascos con agua peptonada alcalina.
- Se incubó a  $35 \pm 0,5$  °C por 6 a 8 horas. Pasado el tiempo, se observó la presencia de turbidez.
- Las muestras con turbidez se transfirieron a frascos con agua peptonada de 50 ml y a tubos con peptona, a los cuales se inocularon 10 ml, 1 ml y 0,1 ml de la muestra anterior.
- Ya inoculadas las muestras en peptona, se incubaron a  $35 \pm 0,5$  °C por 24 horas.
- De las muestras que presentaron turbidez, se transfirieron mediante la técnica de estrías al agar TCBS.
- Se incubaron a  $35 \pm 0,5$  °C por 24 horas.
- Finalmente, se recontaron las unidades formadoras de colonias.

### **Técnica de filtración por membrana para coliformes totales, termotolerantes, *Escherichia coli* y bacterias heterótrofas**

Se realizó en las muestras recolectadas en reservorio y piletas domiciliarias.

- Con pinzas estériles, se colocó un filtro de membrana de nitrocelulosa sobre el receptáculo que se encuentra en el equipo de filtración.

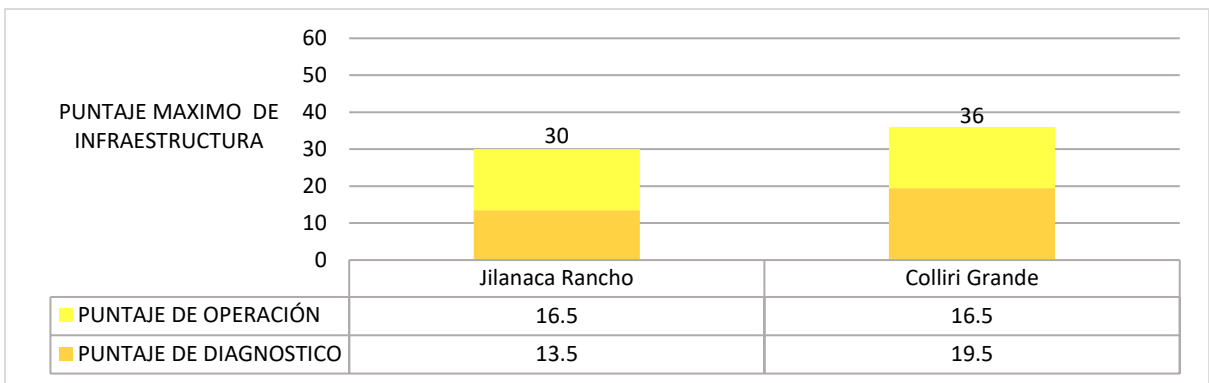
- Se colocó el embudo y se procedió a filtrar 100 ml de agua por cada medio a utilizar.
- Se colocó el filtro de membrana en el agar Endo para evidenciar la presencia de coliformes totales, agar m-FC para coliformes termotolerantes y agar R2A para bacterias heterótrofas.
- Se incubó el agar Endo a  $35 \pm 0,5$  °C durante 22-24 horas; el agar m-FC a  $44,5 \pm 0,2$  °C durante  $24 \pm 2$  horas y el agar R2A a  $35 \pm 0,5$  °C durante 48 horas.
- Se recontaron las unidades formadoras de colonias.
- Para *Escherichia coli*, a partir de las colonias presentes en el agar m-FC, se sembró en agar EMB y se incubó por  $24 \pm 2$  horas a  $35 \pm 0,5$  °C para posteriormente recontar las unidades formadoras de colonias.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Estado de infraestructura y gestión del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri Grande

**Figura 8**

*Puntuación del componente Estado de Infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua Jilanaca Rancho y Colliri Grande con la matriz de Aliaga*

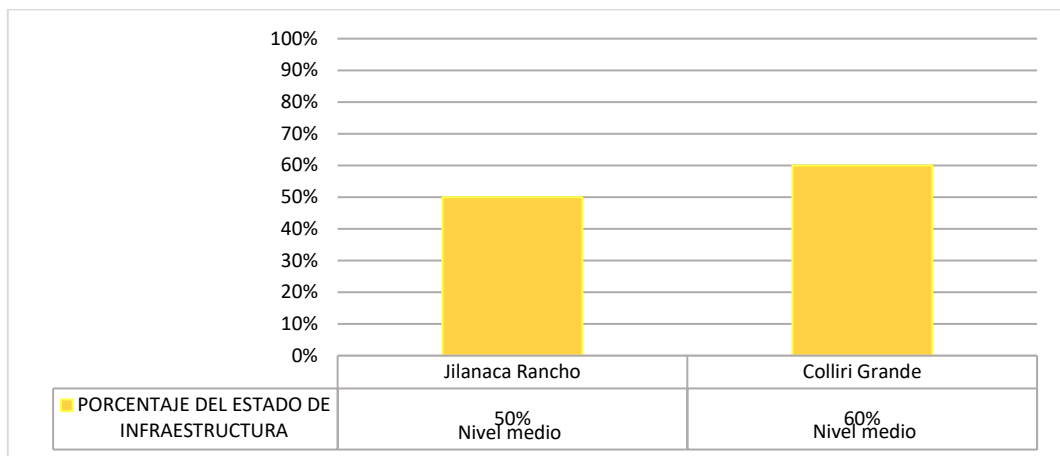


**Jilanaca Rancho:**  $(30 \cdot 100\%) / 60 = 50\%$

**Colliri Grande:**  $(36 \cdot 100\%) / 60 = 60\%$

**Figura 9**

*Estado de infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande con escala Albarrán*

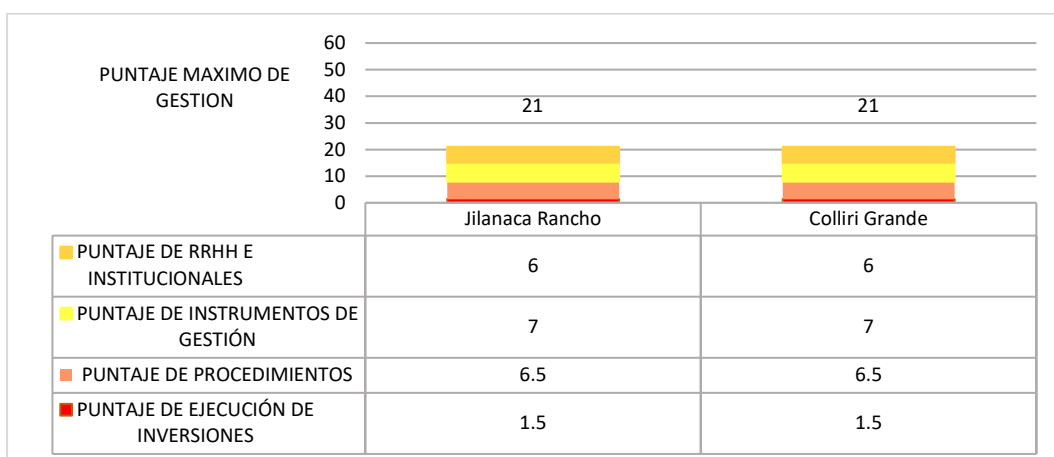




En cuanto a estado de infraestructura se evaluó 20 ítems con un puntaje total de 60 en estado óptimo. En la **figura 8**, se observa el sistema de Jilanaca Rancho que alcanzó 30 puntos. de los cuales presentaron 6 ítems de nivel bajo, el sistema de Colliri Grande alcanzó 36 puntos, presentando 3 ítems de nivel bajo. En ambos sistemas, los ítems alcanzaron en gran parte un nivel medio y menor proporción el nivel alto, tras aplicar la fórmula de evaluación del componente se muestra en la **figura 9**, el sistema de Jilanaca Rancho alcanzo 50 %, con puntos que deben mejorarse o implementarse. Sin embargo, no presenta crisis ni deterioro crítico. El sistema de Colliri Grande alcanzó un 60 %, ambos sistemas en estado de infraestructura se sitúan en un nivel medio. Tres puntos a mejorar en ambos sistemas son: el mantenimiento del sistema en captación y reservorio con una frecuencia de cuatro veces al año. Una cuota familiar mayor mejoraría la implementación, personal, mantenimiento, monitoreo e instalaciones. Se constató que ambos sistemas cuentan con cloradores en buen estado en los reservorios, que no funcionan correctamente por una gestión insuficiente.

### Figura 10

*Puntuación del componente Gestión del servicio los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano Jilanaca Rancho y Colliri Grande en matriz de Aliaga*

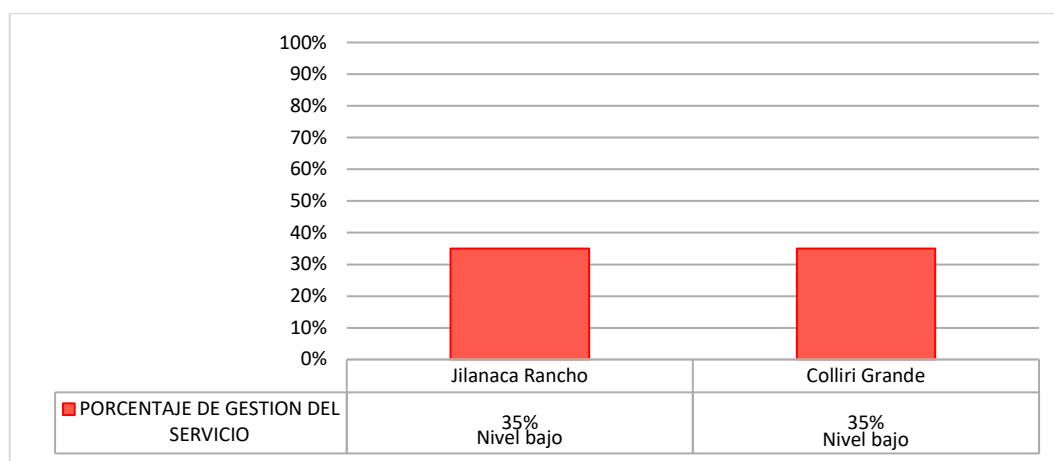


**Jilanaca Rancho y Colliri Grande:  $(21 \cdot 100\%) / 60 = 35\%$**

## Figura 11

*Gestión de servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano*

*Jilanaca Rancho y Colliri Grande con escala Albarrán*



En cuanto a la gestión del servicio se evaluó 24 ítems con un puntaje total de 60 en estado óptimo. En la **figura 10**, los sistemas Jilanaca Rancho y Colliri Grande alcanzaron 21 puntos, con 12 ítems de nivel bajo. Los ítems con puntaje 0 en ambos sistemas se deben a la falta de personal capacitado, ausencia de un Plan Operativo Anual (POA) y planos de distribución del sistema, un cálculo no técnico de la cuota familiar, falta de plan de contingencia, falta de programa de ahorro de agua y ausencia de fondos de inversión o proyectos externos para mejorar la infraestructura y la gestión del servicio, con el cálculo de evaluación de componente se muestra en la **figura 11**, los sistema Jilanaca Rancho y Colliri Grande alcanzaron 35 % de gestión de servicio con un nivel bajo, reflejando la falta de apoyo por parte del ente supervisor para mejoras en la organización y capacitación a las JASS.

los resultados de la evaluación de ambos componentes se utilizaron para calcular el estado de servicio de ambos sistemas de abastecimiento, obteniendo:

**Jilanaca Rancho:** Estado de Servicio =  $(50\% \times 0.60) + (35\% \times 0.40) = 44\%$

**Colliri Grande:** Estado de Servicio =  $(60\% \times 0.60) + (35\% \times 0.40) = 50\%$

**Tabla 9**

*Estado del servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano*

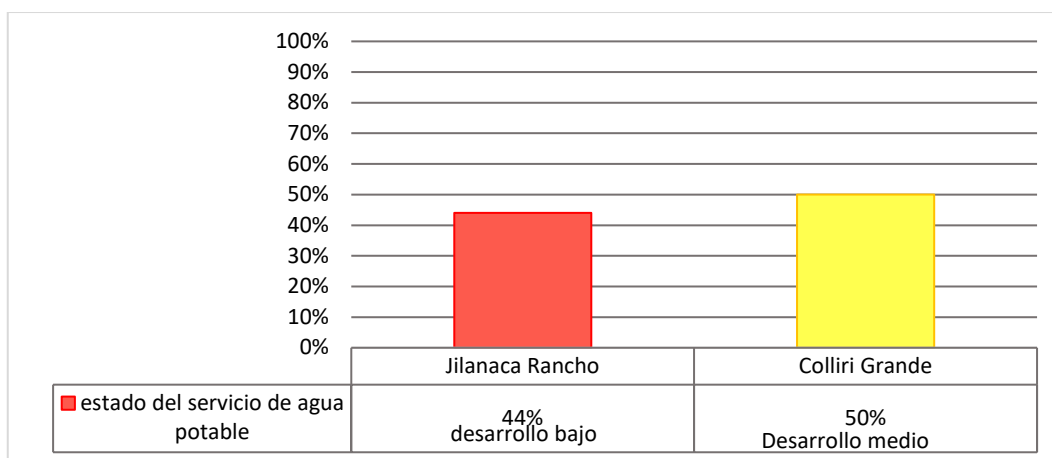
*Jilanaca Rancho y Colliri Grande en escala albarrán*

Nivel de evaluación de componente	Rangos de clasificación	Jilanaca Rancho	Colliri Grande
Desarrollo alto	75% - 100%	X	X
Desarrollo medio	50% - 74%	X	50%
Desarrollo bajo	0% - 49%	44%	X

**Figura 12**

*Estado de servicio de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano*

*Jilanaca Rancho y Colliri Grande con escala Albarrán*



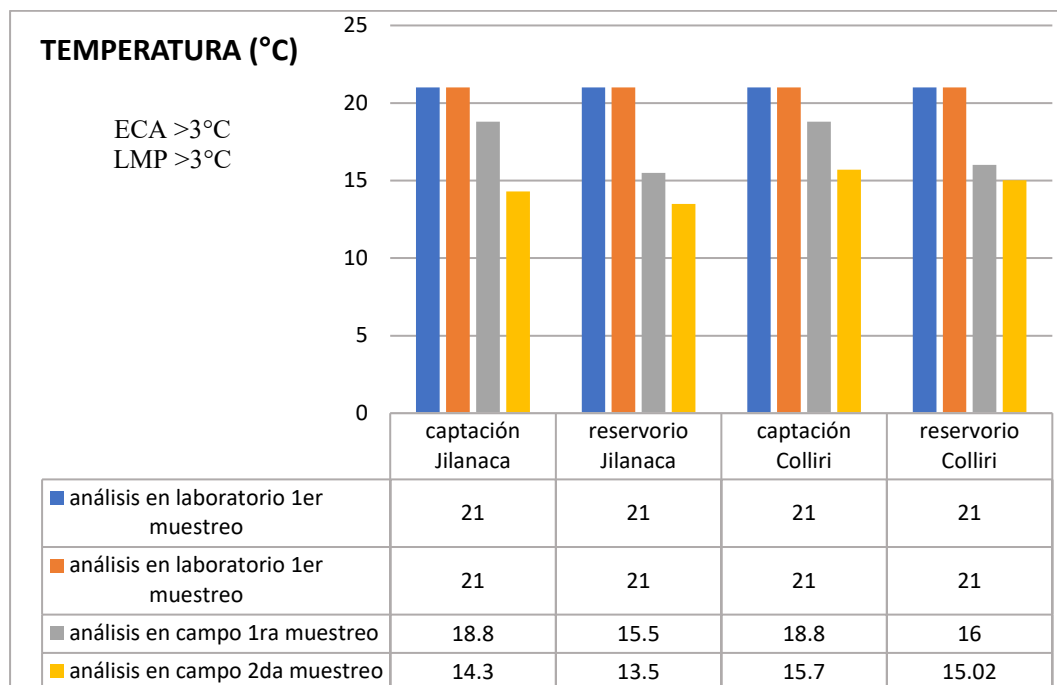
La evaluación y posicionamiento en la **tabla 9** del estado de servicio de los sistemas de abastecimiento de agua posicionaron al sistema de Jilanaca Rancho en nivel desarrollo bajo con 44 % y el sistema de Colliri Grande en nivel de desarrollo medio con 50 %; en la **figura 12** muestra una pequeña variación entre Jilanaca Rancho que con mejoras en el ámbito Infraestructura puede mejorar para llegar al nivel medio; en ambos sistemas una mejora en gestión significaría llegar a un nivel de desarrollo alto.

## 4.2. Parámetros físicos y químicos del agua de los sistemas.

**Figura 13**

*Temperatura en agua de captación y reservorios de los sistemas de abastecimiento*

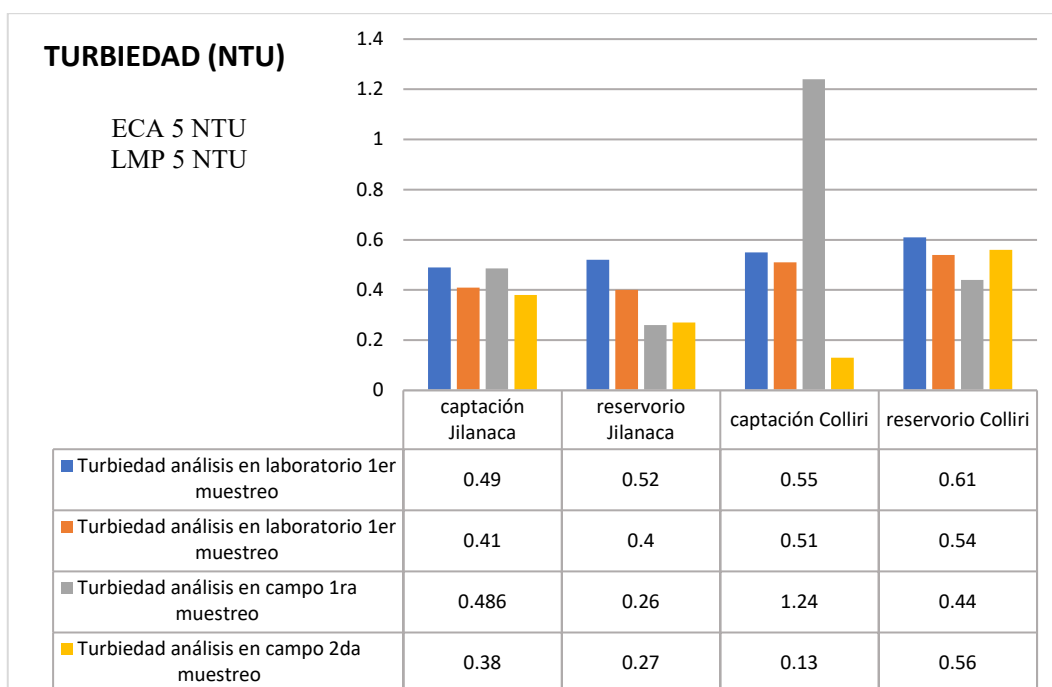
*Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



En la **figura 13**, muestra en el sistema de abastecimiento de Jilanaca Rancho, la temperatura promedio en la captación fue de 21 °C según los análisis de laboratorio, mientras que en el campo se registró un valor máximo de 18.8 °C. En el sistema de abastecimiento de Colliri Grande, el promedio en captación fue de 17.5 °C en los análisis de laboratorio, y 21 °C en los análisis realizados en campo.

**Figura 14**

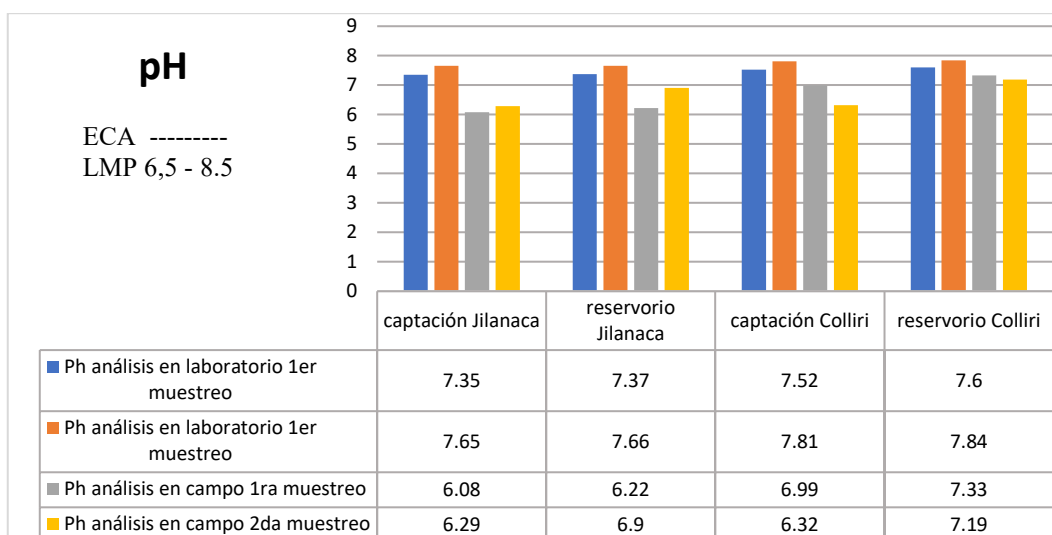
*Turbiedad en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



En la **figura 14**, muestra la turbiedad del sistema Jilanaca Rancho que presenta un promedio de 0.43 NTU en captación y 0.27 NTU en reservorio de los análisis de campo, además de un promedio de 0.45 NTU en captación y 0.46 NTU en reservorio de los análisis de laboratorio; en el sistema de abastecimiento de Colliri Grande presenta un promedio de 0.685 NTU en captación y 0.5 NTU en reservorio de los análisis de campo entre los resultados del primer y segundo muestreo, así como un promedio de 0.53 NTU en captación y 0.575 NTU en reservorio en análisis de laboratorio.

**Figura 15**

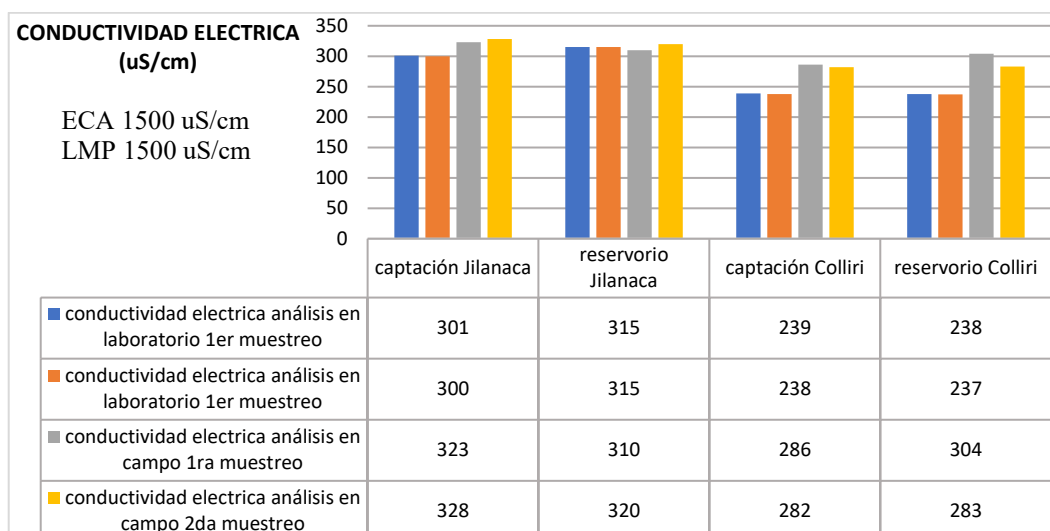
*pH en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



En la **figura 15**, muestra que los valores de pH en el sistema Jilanaca Rancho fueron mayores, con 7.65 en captación y 7.66 en reservorio en el segundo muestreo de laboratorio. En el sistema Colliri Grande, los valores fueron de 7.81 en captación y 7.84 en reservorio.

**Figura 16**

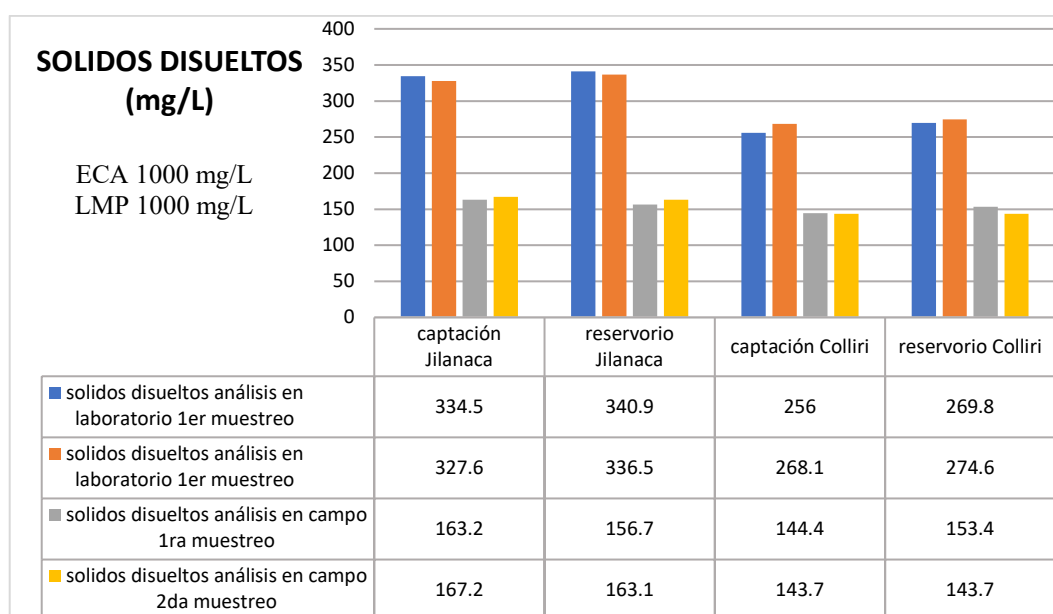
*Conductividad Eléctrica en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



La **figura 16**, muestra en el sistema de Jilanaca Rancho, la conductividad eléctrica promedio que es de 325  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en captación y 315  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en reservorio según los análisis de campo, y 300.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en captación y 315  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en reservorio en los análisis de laboratorio. En Colliri Grande, los promedios fueron de 284  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en captación y 293.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en reservorio en los análisis de campo, y 238.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en captación y 237.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en reservorio en los análisis de laboratorio.

**Figura 17**

*Sólidos disueltos en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

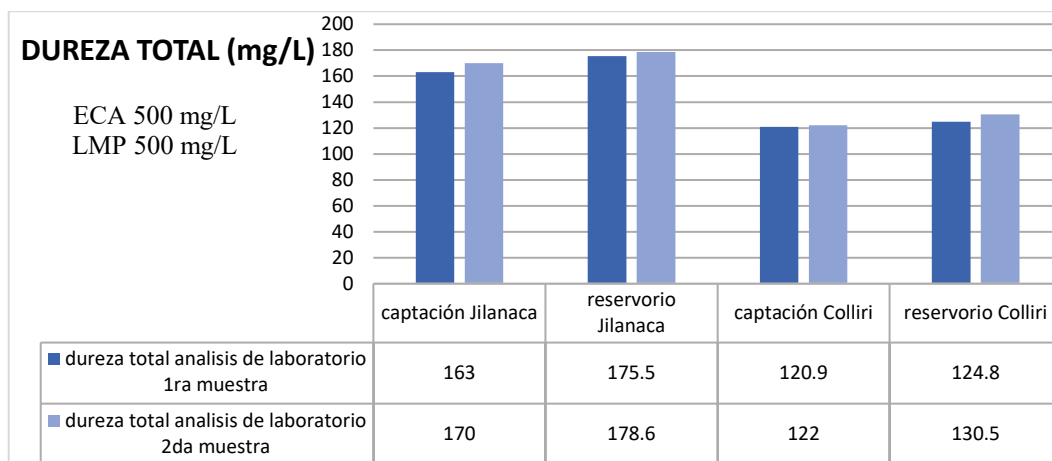


La **figura 17**, muestra en el sistema Jilanaca Rancho la presencia de sólidos disueltos que es de 165.2 mg/L en captación y 159.9 mg/L en reservorio según los análisis de campo, mientras que los análisis de laboratorio mostraron 331.05 mg/L en captación y 338.7 mg/L en reservorio. En el sistema Colliri Grande, los promedios fueron de 144.05 mg/L en captación y 148.55 mg/L en reservorio en los análisis de campo, y 262.05 mg/L en captación y 272.2 mg/L en reservorio en los análisis de laboratorio.

### Figura 18

*Dureza total en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento*

*Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

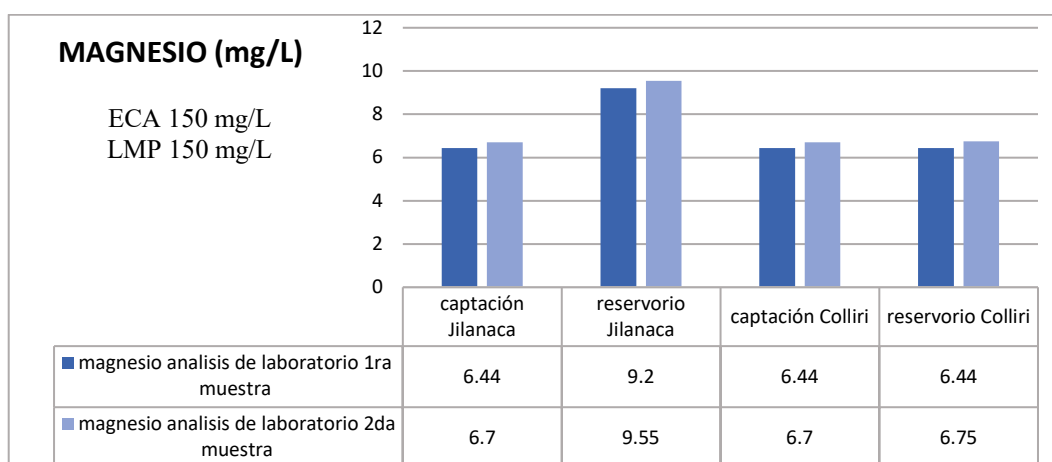


En la **figura 18**, muestra los resultados en el sistema Jilanaca Rancho, la dureza total promedio es de 166.5 mg/L en captación y 177.05 mg/L en reservorio. En Colliri Grande, los promedios fueron de 121.45 mg/L en captación y 167.65 mg/L en reservorio.

### Figura 19

*Magnesio en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca*

*Rancho y Colliri Grande*

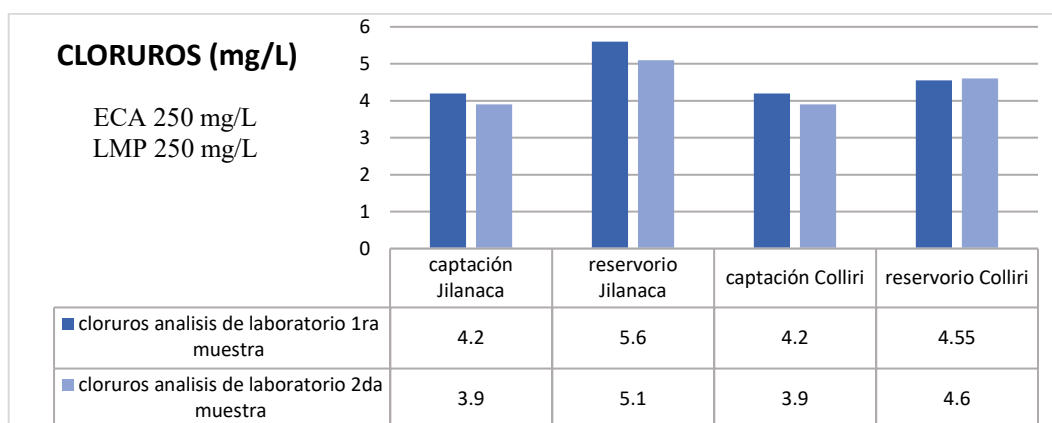




La **figura 19**, muestra la determinación de magnesio en el sistema Jilanaca Rancho con un promedio de 6.57 mg/L en captación y 9.375 mg/L en reservorio. En Colliri Grande, los promedios fueron de 6.57 mg/L en captación y 6.595 mg/L en reservorio.

**Figura 20**

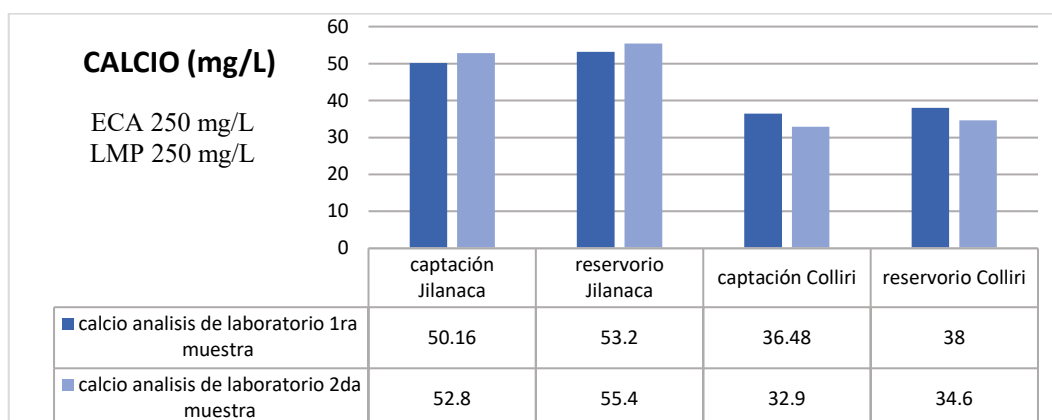
*Cloruros en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



En la **figura 20**, muestra la presencia de cloruros en agua del sistema de abastecimiento Jilanaca Rancho con un promedio de 4.05 mg/L en captación y 5.35 mg/L en reservorio; la presencia de cloruros en el reservorio del sistema Colliri es mayor al obtenido en captación, presentando promedios de 4.05 mg/L en captación y 4.575 mg/L en reservorio.

**Figura 21**

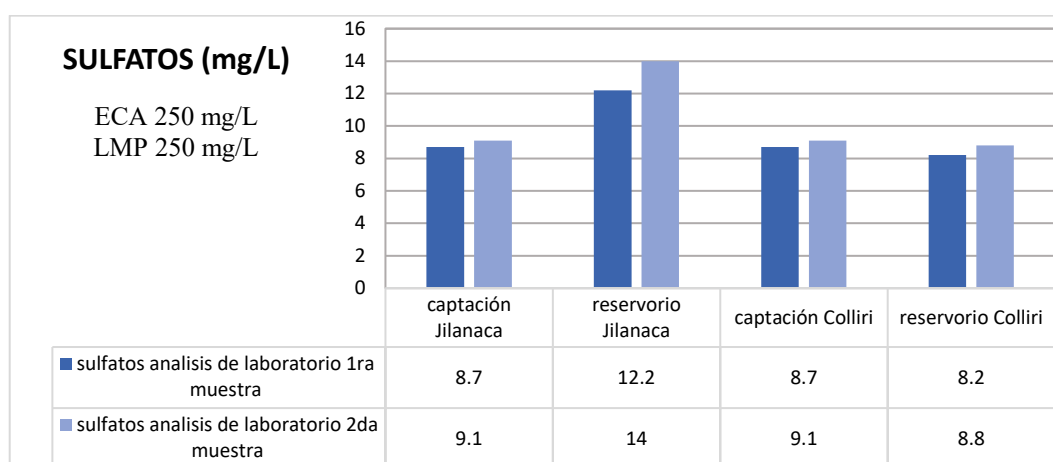
*Calcio en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



En la **figura 21**, muestra la presencia de calcio en agua del sistema abastecimiento Jilanaca Rancho con un promedio de 51.48 mg/L en captación y 54.3 mg/L en reservorio; la presencia de calcio en el reservorio del sistema Colliri es mayor al obtenido en captación, presentando promedios de 34.69 mg/L en captación y 36.3 mg/L en reservorio.

**Figura 22**

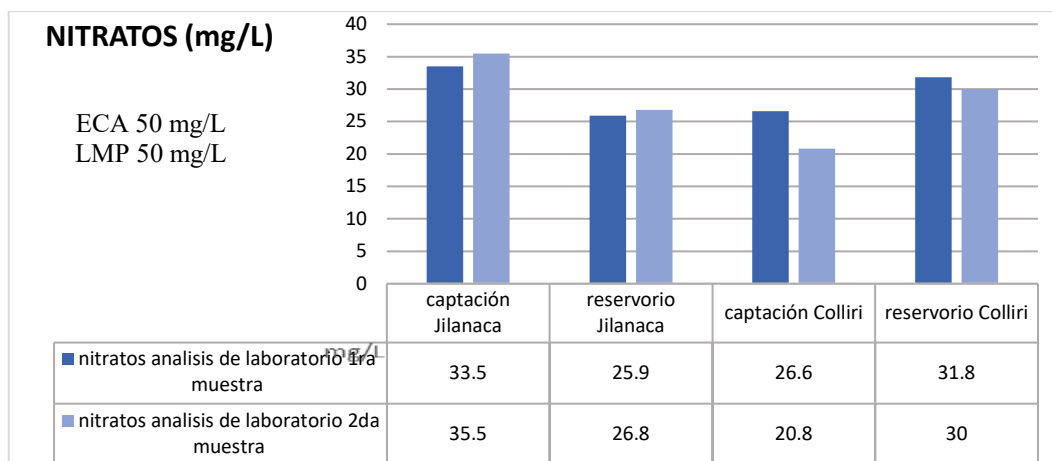
*Sulfatos en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



La **figura 22**, muestra la presencia de sulfatos en agua del sistema abastecimiento Jilanaca Rancho el cual evidencia una mayor cantidad en el reservorio con un promedio de 13.1 mg/L y 8.9 mg/L en captación; en el sistema Colliri Grande la presencia de sulfatos en la captación fue de 8.9 mg/L mayor al obtenido en reservorio con 8.5 mg/L en reservorio.

**Figura 23**

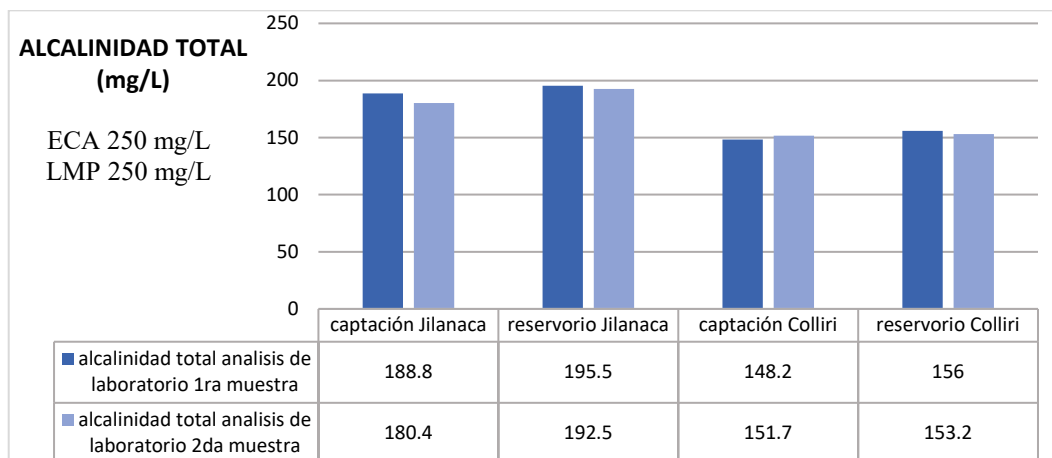
*Nitratos en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



La **figura 23**, muestra la presencia de nitratos en agua del sistema Jilanaca Rancho con un promedio de 34.5 mg/L en captación y 26.35 mg/L en reservorio; la presencia de nitratos en el sistema Colliri Grande fue de 30.9 mg/L en el reservorio, valor que es mayor al obtenido en captación, el cual presenta promedios de 23.7 mg/L.

**Figura 24**

*Alcalinidad Total en agua de captación y reservorio de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

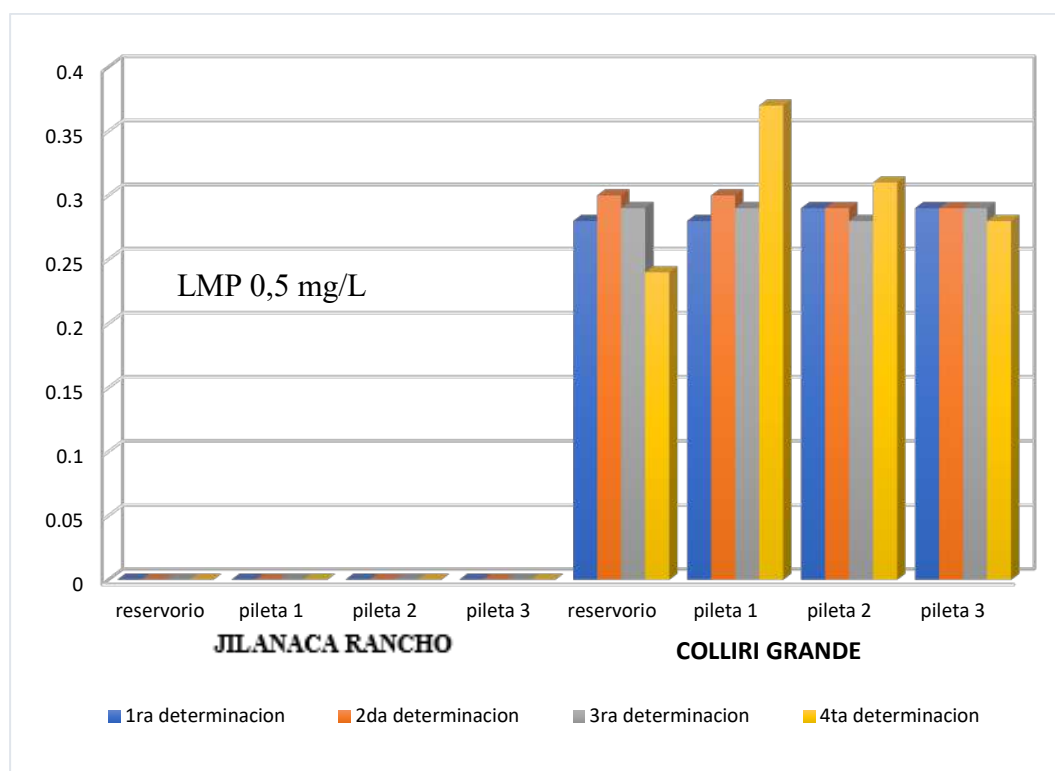


En la **figura 24**, muestra la alcalinidad total del sistema Jilanaca Rancho con un promedio de 184.6 mg/L en captación y 194 mg/L en reservorio; la alcalinidad en el reservorio del sistema Colliri es mayor al obtenido en captación, presentando promedios de 149.95 mg/L en captación y 154.6 mg/L en reservorio.

### 4.3. Cloro residual en agua de consumo humano en reservorios y redes de distribución del sistema

**Figura 25**

*Cloro residual en agua de consumo humano de reservorio y piletas domiciliarias de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



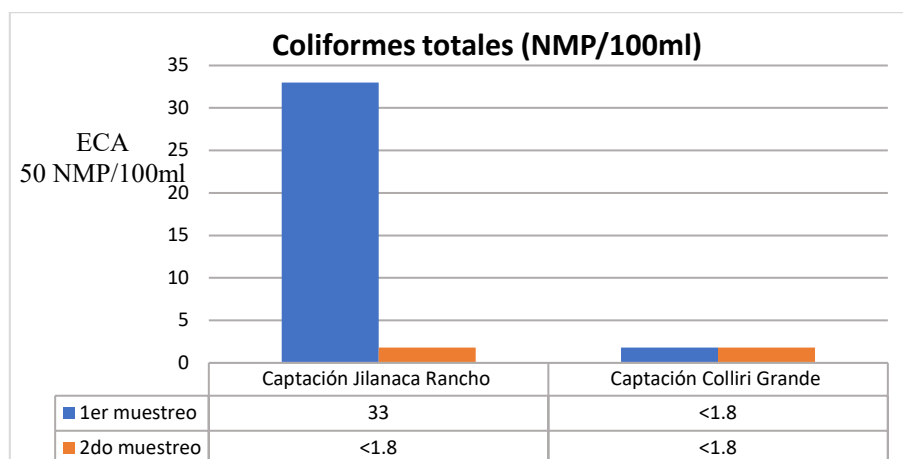
La **figura 25**, muestra la medición de cloro residual en el cual se obtuvo un valor máximo de 0.29 mg/L en el reservorio Colliri Grande y un valor mínimo de 0 mg/L en reservorio Jilanaca Rancho; en las piletas domiciliarias se reportó un valor máximo de 0.37 en la pileta del sistema Colliri Grande mg/L y mínimo de 0 mg/L de cloro residual en las piletas del sistema Jilanaca Rancho.

#### 4.4. Análisis bacteriológico en agua de los sistemas en estudio

##### Captaciones:

**Figura 26**

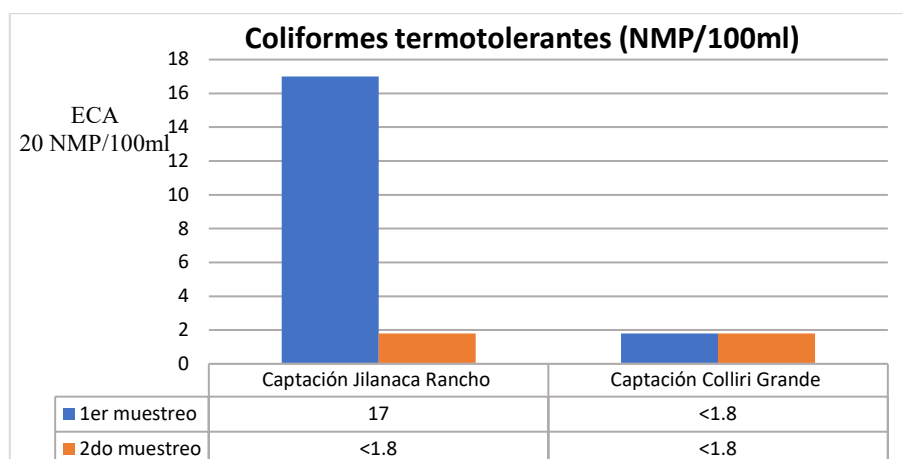
*Coliformes totales en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



En la **figura 26**, se muestra que la captación Jilanaca Rancho presenta 33 NMP/100 ml de coliformes totales en el primer muestreo, por otro en el sistema Colliri Grande se registró <1,8 NMP/100 ml de coliformes totales.

**Figura 27**

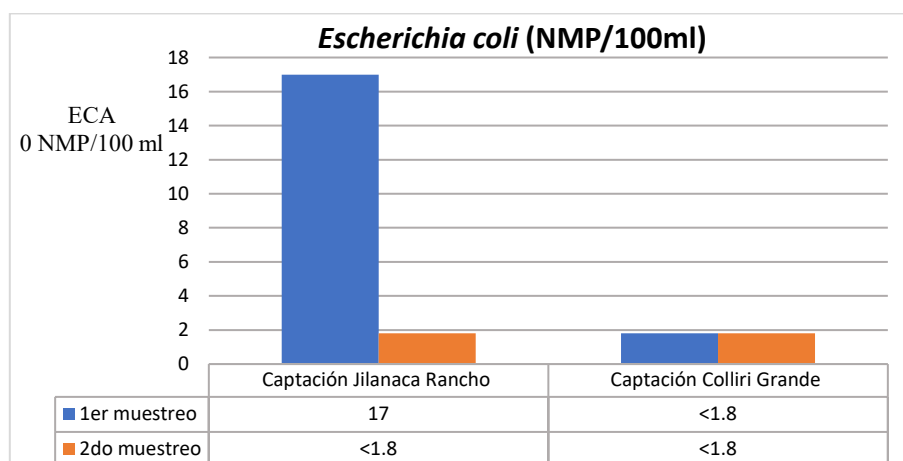
*Coliformes termotolerantes en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande*



En la **figura 27**, muestra que la captación Jilanaca Rancho en el primer muestreo presenta 17 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, en la captación Colliri Grande se reportó <1,8 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes.

### Figura 28

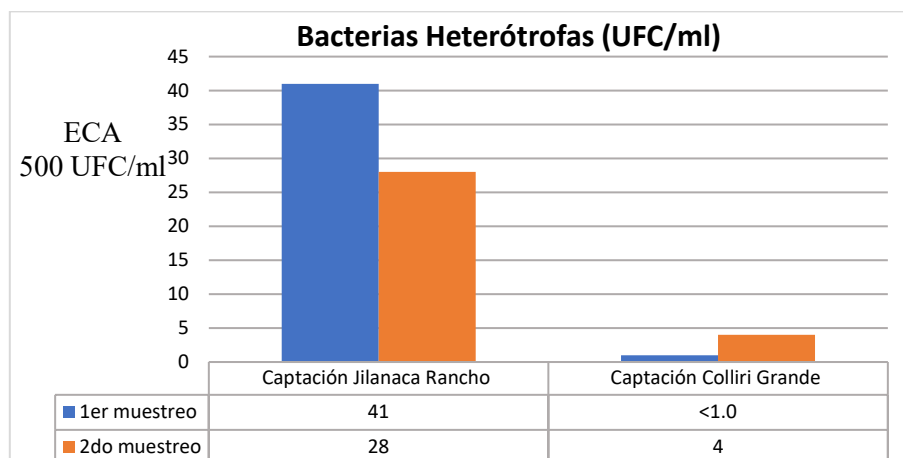
*Escherichia coli* en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande



En la **figura 28**, en el primer muestreo evidencia 17 NMP/100 ml de *Escherichia coli* en la captación Jilanaca Rancho, en el segundo muestreo en ambas captaciones resultaron <1.8 NMP/100 ml de *Escherichia coli*.

### Figura 29

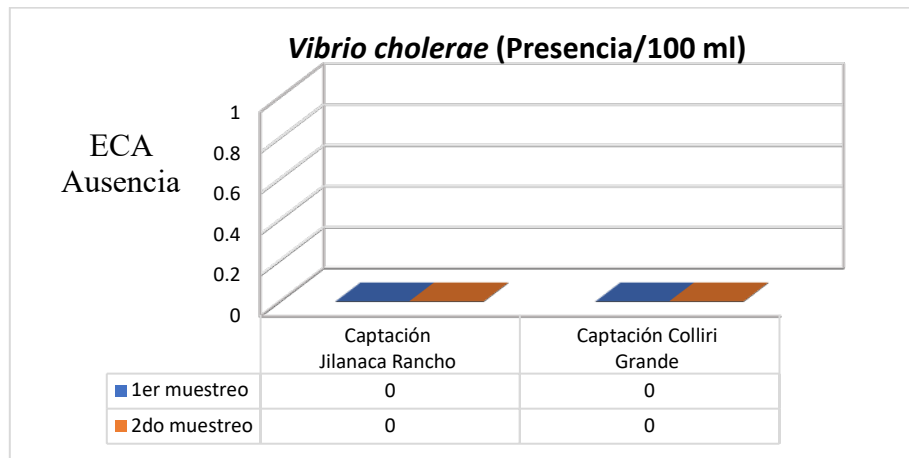
*Bacterias Heterótrofas* en agua de captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande



En la **figura 29**, en el primer muestreo en la captación Jilanaca Rancho se halló 41UFC/ml de bacterias heterótrofas; en el segundo muestreo indica un valor de 28 UFC/ml de bacterias heterótrofas, en el sistema Colliri Grande en el segundo muestreo registro 4UFC/ml.

**Figura 30**

*Vibrio cholerae* del segundo muestreo en agua de captaciones de los sistemas Jilanaca Rancho y Colliri Grande

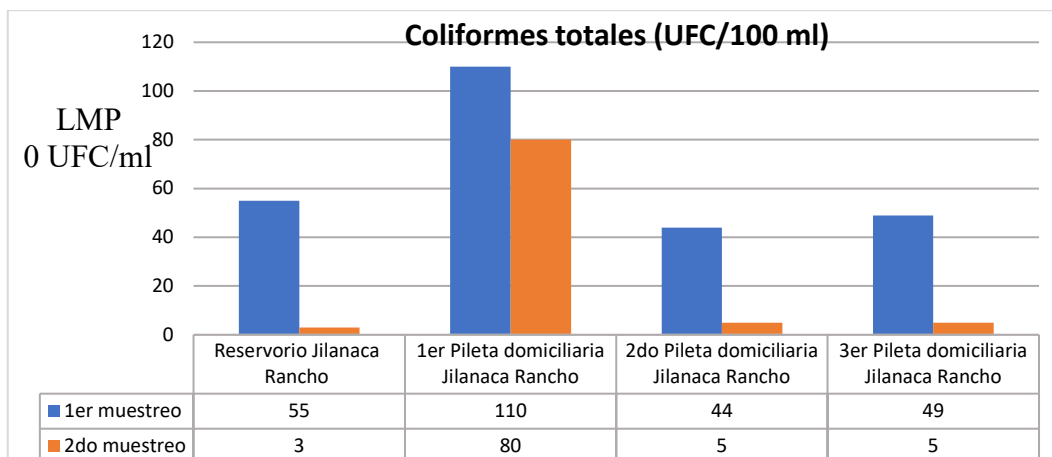


En la **figura 30**, en el primer y segundo muestreo en ambas captaciones muestran ausencia para *Vibrio cholerae*.

## Reservorios y redes de distribución:

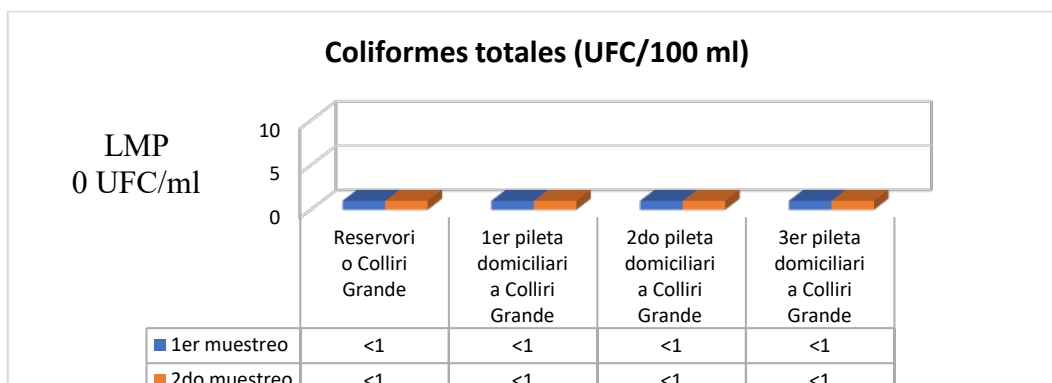
**Figura 31**

*Coliformes Totales en agua de reservorio y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho*



**Figura 32**

*Coliformes Totales en agua de reservorio y piletas domiciliarias Colliri Grande*



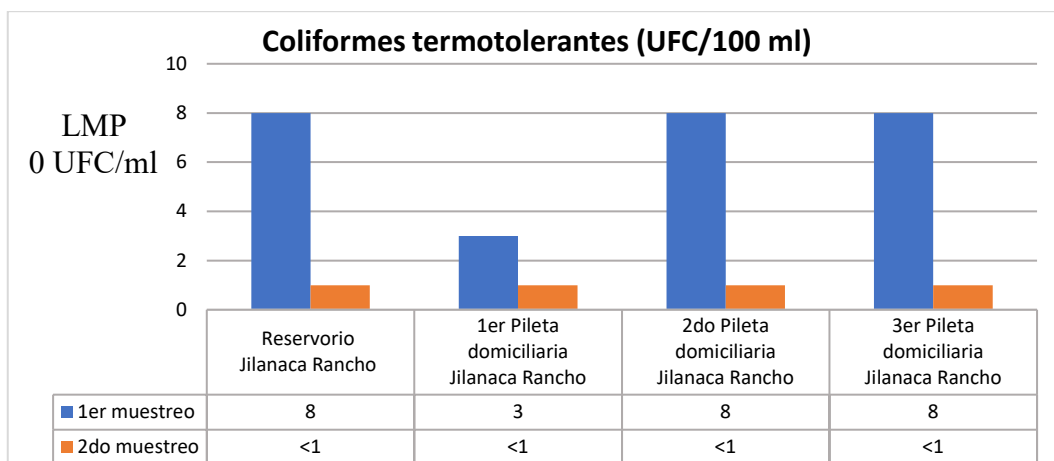
En las **figuras 31 y 32**, se muestra valores máximos en el reservorio Jilanaca Rancho con 55 UFC/100 ml de coliformes totales, 110 UFC/100 ml en la 1ra pileta, 44 UFC/100 ml en la 2da pileta y 49 UFC/100 ml de coliformes totales en la 3ra pileta domiciliaria. En el sistema Colliri Grande tanto en el reservorio como en piletas domiciliarias los resultados fueron <1 UFC/100 ml de coliformes totales.



**Figura 33**

*Coliformes Termotolerantes en agua de reservorio y piletas domiciliarias Jilanaca*

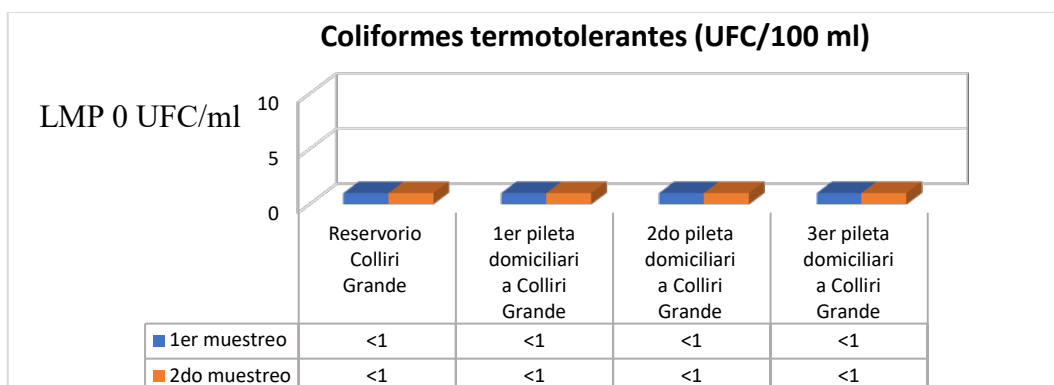
*Rancho*



**Figura 34**

*Coliformes Termotolerantes en agua de reservorio y piletas domiciliarias Colliri*

*Grande*

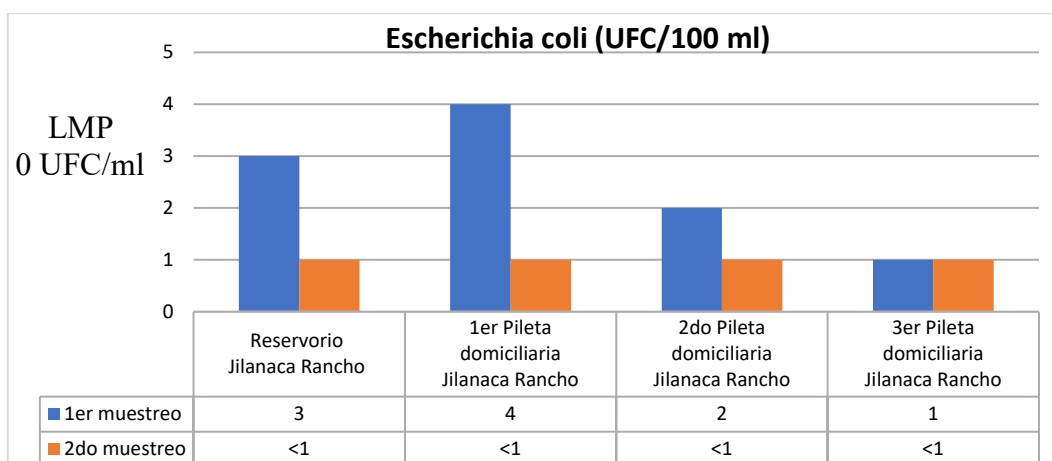


En las figuras 33 y 34, se evidencia en el primer muestreo 8UFC/100 ml de coliformes termotolerantes en el reservorio, 3 UFC/100 ml en la 1ra pileta, 8 UFC/100 ml en la 2da pileta y 8 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes en la 3ra pileta domiciliaria del sistema Jilanaca Rancho. Para el sistema Colliri Grande fueron ausentes para coliformes termotolerantes.

**Figura 35**

*Escherichia coli* en agua de reservorio y piletas domiciliarias del sistema Jilanaca

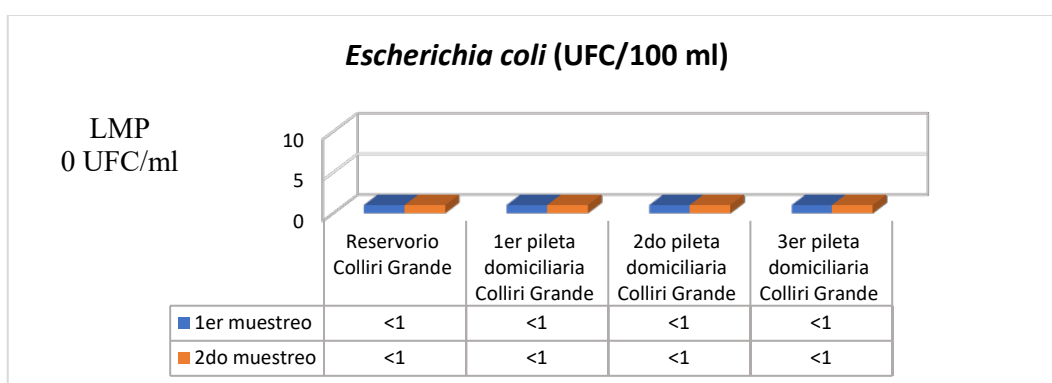
Rancho



**Figura 36**

*Escherichia coli* en agua de reservorio y piletas domiciliarias del sistema Colliri

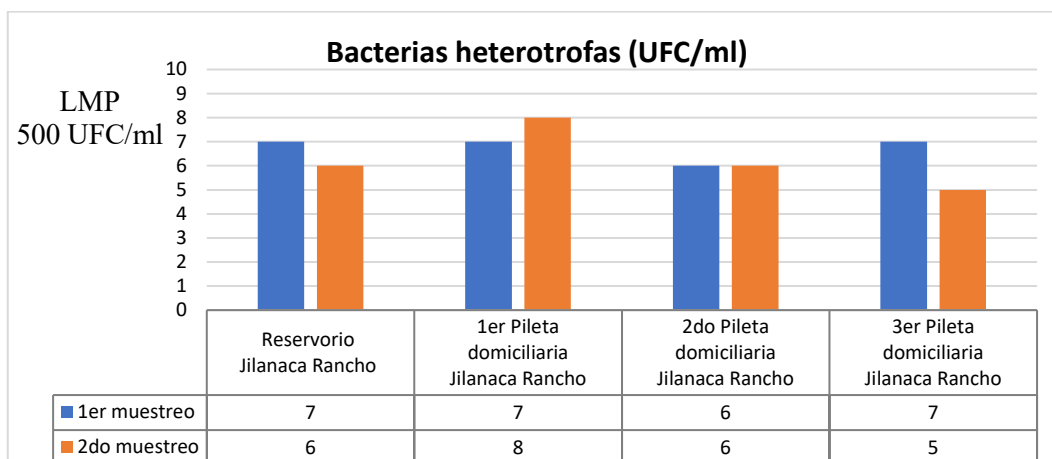
Grande



En las figuras 35 y 36, en el sistema Jilanaca Rancho se evidencia 3 UFC/100 ml de *Escherichia coli* en el reservorio, 4 UFC/100 ml en la 1ra pileta, 2 UFC/100 ml en la 2da pileta y 1 UFC/100 ml en la 3ra pileta domiciliaria. En el sistema Colliri Grande los resultados fueron <1 UFC/100 ml para *Escherichia coli*.

**Figura 37**

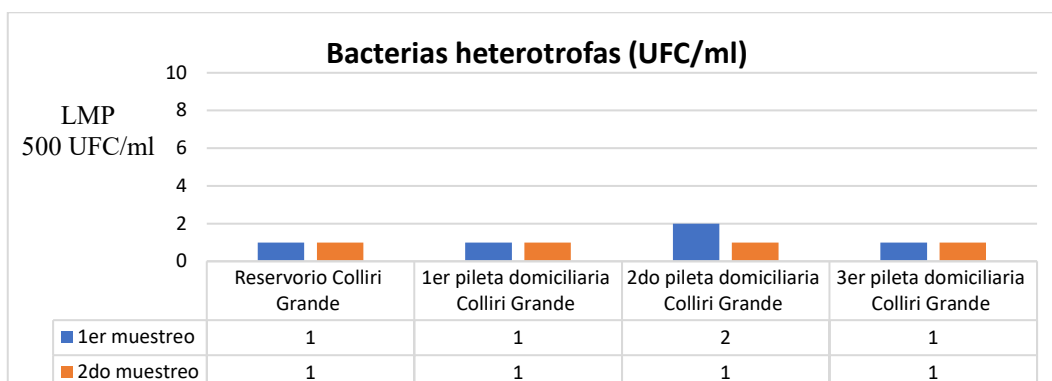
*Bacterias Heterótrofas en agua de reservorio y piletas domiciliarias Jilanaca Rancho*



**Figura 38**

*Determinación de Bacterias Heterótrofas en agua de reservorio y piletas domiciliarias*

*Colliri Grande*



En las figuras 37 y 38, se muestra 7 UFC/ml de bacterias heterótrofas en reservorio Jilanaca Rancho, 7 UFC/ ml en la 1er vivienda domiciliaria, 6 UFC/ ml en la 2do pileta domiciliaria y 7 UFC/ml en la 3er pileta domiciliaria; 1 UFC/ ml de bacterias heterótrofas, en el reservorio Colliri Grande, 1 UFC/ ml en la 1er pileta domiciliaria, 2 UFC/ml en la 2do pileta domiciliaria y 1 UFC/ml en la 3er pileta domiciliaria.

#### 4.5. DISCUSIONES

En este estudio se obtuvo un estado de infraestructura de nivel medio en ambos sistemas Jilanaca Rancho 50% y Colliri Grande 60%, gestión del servicio en un nivel bajo con 35%, estos niveles en gestión afectan ambos sistemas ocasionando las problemáticas de infraestructura, generando un estado de servicio en Jilanaca Rancho de 44% con nivel de desarrollo bajo y Colliri Grande de 50% con nivel de desarrollo medio. Los resultados guardan similitud a los obtenidos por Vara y Apaza (2023) quienes utilizaron la aplicación de los índices de sostenibilidad SIRAS de CARE Perú para sistematizar sus datos; en la investigación realizada en el distrito de Pucyura- Anta, posicionaron Huachancay (2.47), Acconhuaylla (2.19) y Masoccata (3.35) en un nivel medio de infraestructura; Acconhuaylla (1.19) en nivel bajo, Huachancay (3.38) y Masoccata (3.58) en nivel medio de gestión; Acconhuaylla (1.19) es insostenible, Huachancay (3.08) y Masoccata (3.47) son sostenibles, estos resultados registrados en la región del Cusco muestran una problemática en cuanto a gestión regional que afecta al mantenimiento de infraestructura de los sistemas de abastecimiento. De igual forma los resultados de la presente investigación se asemeja con el estudio realizado por Albarrán (2019) en el distrito de Shirac, que obtuvo un nivel medio en infraestructura en ambos sectores Bellavista con 52.5% y San Sebastián con 57.5%, un nivel bajo de gestión con 36.67% en ambos sectores y un estado de servicio en ambos sectores en medio desarrollo con 46.17% en Bellavista y 49.17% en San Sebastián. se ha podido observar con respecto al componente de estado de infraestructura que hay diferentes deficiencias que se repiten a nivel nacional, ya en todos los puntos mencionados por Albarran, Vara & Apaza y la presente investigación hay una ausencia de mantenimiento y operador capacitado, esto siendo deficiencias generadas por su nivel de gestión del servicio prestado que tiene gran

influencia en diferentes puntos como la presencia de cloradores en buen estado sin insumos suficientes para sanitización por la ausencia de un plan operativo anual, de contingencia o programa de ahorro de agua; generando la situación del estado del servicio de cada lugar. Se evidencia que las JASS tanto de los centros poblados como de sectores de distritos tiene un abandono por parte de su ente supervisor, que no genera capacitaciones para sus administrativos y operadores de los sistemas rurales, además de prestar proyectos de desarrollo del estado de infraestructura.

En cuanto a los parámetros físicos y químicos las diferencias observadas entre los resultados de laboratorio y campo resaltan la importancia de considerar las condiciones ambientales reales al analizar datos de temperatura, turbiedad, pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos en agua; las diferencias entre los puntos de muestreo indican variaciones locales por factores específicos de cada ubicación. Chalco (2023) en su investigación en el Distrito de Acobamba, del departamento de Cusco, en el manantial de Marapampa concluyó que sus valores para los parámetros físicos y químicos cumplen con los ECA para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, al igual que los valores mostrados en nuestra investigación. Los resultados para alcalinidad, calcio, magnesio y turbidez, se encuentra dentro de los ECA en este estudio, de manera contraria ocurre en el estudio de Pacori (2018) en la provincia de Canchis en donde los valores para estos parámetros sobrepasan los ECA. Valores elevados en estos parámetros pueden afectar el sabor del agua, formar incrustaciones, contribuir a la corrosión de tuberías, equipos y ser perjudiciales para la salud humana.

De la determinación del cloro residual se obtuvo un valor máximo de 0.29 mg/L y un valor mínimo de 0 mg/L en reservorio Jilanaca Rancho; en las piletas domiciliarias se reportó un valor máximo de 0.37 mg/L y mínimo de 0 mg/L de cloro residual, valores que

se encuentran por debajo de los límites máximo permisibles para cloro residual indicados en el D.S. 031-2010-MINSA; la variabilidad en los niveles de cloro residual puede ser el resultado de varios factores, como la dosificación de cloro durante el tratamiento del agua, el tiempo de retención en el sistema de distribución y el contacto con materiales orgánicos presentes en el agua. La ausencia de cloro en el sistema Jilanaca Rancho está relacionado con la presencia de bacterias coliformes y heterótrofas, lo que indica que la cloración es fundamental para eliminar a este grupo de bacterias. Comparando con el trabajo de Ccora (2022) en el departamento de Huancavelica, obtuvo resultados de 1.6 mg/L en época de seca y mínimo de 0.6 mg/L en lluvias de cloro residual en el reservorio, en la red de distribución obtuvo valores máximos de 0.6 mg/L en secas y mínimo de 0,5 mg/L de cloro residual en lluvias, valores que superan a los reportados en nuestra investigación. Ccora evidencio que en época de lluvias hay una reducción de cloro residual, esto se debe al aumento del caudal en el sistema que genera una mayor disolución del desinfectante; en la investigación de Ccora hubo un descenso en época de lluvias de cloro residual tanto en reservorio como en piletas; sin embargo, la dosificación adecuada de estos sistemas evito que estas cifras se encuentren por debajo del LMP de cloro residual; nuestra investigación se realizó en la época con mayor precipitación anual, y contrastando con la investigación de Ccora se observa que en Jilanaca Rancho no existe una desinfección de agua reportando ausencia de cloro residual y en Colliri Grande recibe una dosificación inadecuada, encontrándose en todos los puntos muestreados en la cuatros fechas determinaciones por debajo del LMP de cloro residual

Realizado el análisis bacteriológico los resultados en la captación Jilanaca Rancho fueron 33 NMP/100 ml para coliformes totales, 17 NMP/100 ml para coliformes termotolerantes y 17 NMP/100 ml *Escherichia coli* en el primer muestreo y ausentes en el segundo muestreo, de la misma manera en el sistema Colliri Grande en donde mostraron

ausencia para este grupo de bacterias, resultados que fueron similares a los reportados por Palomino (2023) quien evaluó la calidad de agua en el manantial en el distrito de Checacupe, teniendo como resultados 33 NMP/100 ml para coliformes totales y <1.8 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, implicando en ambos trabajos que estos valores se encuentran dentro de los ECA del D S N.º 004-2017-MINAM. Las altas concentraciones de coliformes totales pueden haber sido el resultado de diversas fuentes de contaminación, como aguas residuales, infiltración de aguas superficiales o problemas en la infraestructura del sistema de agua. En cuanto a la presencia de bacterias en agua tratada Challco (2023), en el reservorio reporto 23 NMP/100ml de coliformes totales y 21 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, en las viviendas domiciliarias obtuvo un valor promedio de 23 NMP/100ml de coliformes totales y 21 NMP/100ml de coliformes termotolerantes; en contraste con nuestro trabajo, resulto un promedio de 29 UFC/100ml de coliformes totales en el reservorio Jilanaca Rancho, y un valor máximo de 95 UFC/100ml en la 1era pileta domiciliaria, 5 UFC/100ml de coliformes termotolerantes en el reservorio y pileta domiciliaria. Valores que para ambos trabajos sobrepasan los LMP indicados en el D.S. 031-2010-MINSA, se observo ademas que hubo una reduccion de los resultados obtenidos en el primer muestreo y segundo muestreo del sistema Jilanaca Rancho se conjetura que se debe a un aumento de presipitacion entre ambas fechas que genero una depuracion de los sistemas mejorando la calidad bacteriologica encontrada; ademas, una intervencion de mantenimiento ocasional de la poblacion.

## CONCLUSIÓN

1. El estado de infraestructura presenta un nivel medio en ambos sistemas, con un 50% en Jilanaca Rancho y un 60% en Colliri Grande. En cuanto a la gestión del servicio, ambos sistemas muestran un nivel bajo, con un 35%. La evaluación del estado del servicio revela que el sistema de Jilanaca Rancho se encuentra en un nivel de desarrollo bajo con un 44%, mientras que Colliri Grande alcanza un 50%, situándose en un nivel de desarrollo medio.
2. Los valores de parámetros físicos y químicos de los sistemas Jilanaca Rancho y Colliri Grande indican que se encuentran dentro de los ECAs en captaciones y LMPs en reservorios y piletas domiciliarias.
3. El nivel de cloro residual en reservorios y piletas domiciliarias en Jilanaca rancho se registró 0 mg/L, mientras que en Colliri Grande los niveles fueron inferiores a 0.5 mg/L, ambos valores por debajo del LMP de cloro residual.
4. En la captación Jilanaca Rancho se detectaron 33 NMP/100 ml de coliformes totales, 17 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*; en Colliri Grande los niveles fueron inferiores 1.8 NMP/100 ml de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*. Para bacterias heterótrofas se obtuvo un valor promedio máximo de 34.5 UFC/ml y ausencia de *Vibrio cholerae* en ambas captaciones. En los reservorios y piletas domiciliarias del sistema Colliri Grande se encontraron < 1 UFC/100 ml para coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* y un promedio de 1 UFC/ml para bacterias heterótrofas. En el reservorio del sistema Jilanaca Rancho se registró un promedio de 29 UFC/100 ml de coliformes totales, 5 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes, 2 UFC/100 ml de *Escherichia coli* y 7 UFC/100 ml de bacterias heterótrofas. En las piletas domiciliarias de Jilanaca Rancho se reportó valores promedio máximo de 95 UFC/100 ml de coliformes totales, 5 UFC/100 ml de



coliformes termotolerantes, 3 UFC/100 ml de *Escherichia coli* y 8 UFC/ml de bacterias heterótrofas.

5. El agua del sistema Jilanaca Rancho es físicamente y químicamente aceptable, carece de desinfección y no cumple con los LMPs en términos bacteriológicos. El agua del sistema Colliri Grande es adecuada para consumo humano.

## RECOMENDACIONES

1. Que la municipalidad provincial de Canas realice una mejor gestión en cuanto a los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande, así como efectuar la restauración de los cercos perímetros de las captaciones, mejorar la cubierta de los reservorios en ambos centros poblados.
2. Se recomienda socializar los resultados obtenidos en los dos centros poblados con los responsables del del manejo de agua de la municipalidad, del centro de salud y las JASS para que en conjunto tomen decisiones de mejora.
3. Realizar trabajos de responsabilidad social con trabajos de investigación enfocados en dosificación eficiente de hipoclorito de calcio en agua de los sistemas Jilanaca Rancho y Colliri Grande.
4. Se recomienda realizar la serotipificación de las cepas existentes en el agua, para prevenir de las mismas a la población.

## BIBLIOGRAFÍA

Agüero Pittman, R. (1997). Agua Potable Para Poblaciones Rurales. Manos Unidas de España., 1–169. Recuperado el 11 de noviembre del 2023 en [https://www.academia.edu/17665537/Agua\\_potable\\_para\\_poblaciones\\_rurales\\_sistemas\\_de\\_abastecim](https://www.academia.edu/17665537/Agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim)

Albarran, E. (2019). Evaluación De Los Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable De La Localidad De Shirac, San Marcos – Cajamarca. Propuesta De Mejora. Universidad Nacional de Cajamarca, 136. Recuperado el 10 de noviembre del 2023 en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3115>

American Public Health Association, APHA (2017). Metodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.

Araujo Cahuana, R., & Benito Crisostomo, H. (2017). Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector sequia alta, Santa Bárbara, Huancavelica–2017.

Brousett-Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L., & Lujano Laura, E. (2018). Evaluación físico-química y microbiológica de agua para consumo humano Puno-Perú. Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 15(15), 47-68.

Challco Jimenez, G. K. (2023). Determinación de la calidad del agua para consumo humano del manantial Marampampa distrito de Ocobamba, Cusco 2023.

Ccora Repuello, B. (2022). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la localidad de Acobamba.

Dirección Regional de salud, DIGESA (2015). Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. recuperado el 05 de enero del 2024 en [http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd\\_160\\_2015\\_digesa.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf)

Dirección regional de salud Cusco, DIRESA CUSCO (2020). Análisis de la situación de salud provincia de canas 2020 pag. recuperado el 05 de enero del 2024 en [https://www.redsaludcce.gob.pe/Modernidad/archivos/epidemiologia/ASIS/ASIS\\_Canas\\_2020.pdf](https://www.redsaludcce.gob.pe/Modernidad/archivos/epidemiologia/ASIS/ASIS_Canas_2020.pdf)

Félix-Fuentes, A., Campas-Baypoli, O. N., Aguilar-Apodaca, M. G., & Meza-Montenegro, M. M. (2007). Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México). *Revista Salud Pública y Nutrición*, 8(3), 1-13.

Google Earth. (2024). recuperado el 10 de enero del 2024 en Google Earth. <https://www.google.es/earth/>

Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L.M., Poma Palacios, J.C., Sanchez Araujo, V.G., Quispe Coica, F.A., Mesenguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú.

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, INEI (2001). Conociendo Cusco. Recuperado el 14 de diciembre del 2017 en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaes/Est/Lib0426/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib0426/Libro.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, INEI (2001). Conociendo Cusco. Recuperado el 14 de diciembre del 2017 en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0426/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0426/Libro.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, INEI (2017). Sistema de información geográfica, Sistema de consulta de centros poblados. Recuperado el 15 de diciembre del 2017 en <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

Kornacki, J. L., Gurtler, J. B., & Stawick, B. A. (2015). Enterobacteriaceae, Coliforms, and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. En Y. Salfinger & M. L. Tortorello (Eds.), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (pp. 103–120). American Public Health Association.

Letterman, R. D. (2002). Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria de Asociación Estadounidense de Obras Hidráulicas (AWWA) y la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (ASCE). Recuperado el 11 de enero 2024 en Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=55>

Ministerio del Ambiente, MINAN (2017). Decreto Supremo 004-2017-MINAN. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Diario El Peruano, 7 de junio de 2017.

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, MIDIS (2020). Pobreza Distrital. Reporte Regional de Indicadores Sociales del Departamento de Cusco, 65–69. <https://doi.org/10.1201/9781482293500-22>

Ministerio de salud, MINSA (2010). Decreto Supremo 031-2010-MINSA. Metodología para determinar índices de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de aguas continentales superficiales. Diario El Peruano, 24 de septiembre de 2010.

Ministerio de salud, MINSA (2014). Resolución Ministerial N° 650-2014-MINSA, directiva sanitaria N°055-MINSA/DIGESA para la formulación, aprobación aplicación del programa de adecuación sanitaria (PAS) por los proveedores de agua para consumo humano. Diario El Peruano, 26 de agosto del 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC (2017) Hoja Vial Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, mapa vial del distrito de yanaoca WGS 1984 UTM Zone 19L. Recuperado el 11 de enero del 2024 en [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/Mapas%20Distritales/Cusco/CU\\_080501%20YANAOCA.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/Mapas%20Distritales/Cusco/CU_080501%20YANAOCA.pdf)

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, MVCS (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Decreto Supremo N° 011-2006 - VIVIENDA. Lima, Perú: Diario el peruano. Recuperado el 01 de noviembre de 2023, de <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

Molina Paredes, J. F. (2016). Evaluación de la calidad físico química y microbiológica del agua de consumo humano en el cantón Chunchi (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Morales Goicochea, W. (2022). Calidad físicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata Centro Poblado Pariamarca-Cajamarca-2020.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo, ONU (2015). Transformar nuestro mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Cumbre sobre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Nueva York.

Organización de las Naciones Unidas, ONU (2023). Desafíos globales Agua recuperado el 25 de mayo del 2024 en [https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=Todav%C3%ADa%20hay%20alrededor%20de%202.000,potable%20\(Banco%20Mundial%202023\).](https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=Todav%C3%ADa%20hay%20alrededor%20de%202.000,potable%20(Banco%20Mundial%202023).)

Organización de Naciones Unidas-Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, ONU-DAES (2015). Agua y desarrollo sostenible: De la visión a la acción. Recuperado de [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/water\\_quality.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/water_quality.shtml)

Organización Mundial de la Salud, OMS (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición. Ginebra: OMS. Recuperado el 11 de enero del 2024 de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

Organización Mundial de la Salud, OMS (2023). Agua para consumo humano. Nota descriptiva N° 391. Recuperado el 11 de enero del 2024 de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización Panamericana de la Salud, OPS (diciembre de 2009). Saneamiento rural y salud / guía para acciones a nivel local. Capítulo. 4 saneamiento Básico. (R. Castro, & R. Perez, Eds.) Guatemala. Recuperado el 11 de enero de 2024, de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52823>

Organización Panamericana de la Salud, OPS (2023). Agua y Saneamiento - OPS/OMS Recuperado el 11 de enero de 2024, de <https://www.paho.org/es/temas/aguasaneamiento>

Pacori, K. (2018). Calidad fisicoquímico y bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca–Sicuani–Canchis-Cusco. Universidad Nacional del Altiplano.

Palomino (2023). Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial estange del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022. Universidad Continental

Pérez Diaz, M. M. (2021). Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vítor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019.

Pérez-López E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 29 (3): 3-14.

Reasoner, D. J., & Geldreich, E. E. (1985). A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. *Applied and Environmental Microbiology*, 49(1), 1-7.

Real Academia Española, REA (2023). Agua. En *Diccionario de la lengua española* (23.ª ed.). Recuperado el 10 de enero del 2024 de <https://dle.rae.es/agua>

Sawyer, C. N., & McCarty, P. L. (2002). *Chemistry for Environmental Engineering and Science* (5th ed.). McGraw-Hill.



Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI (2020). Climas del Perú. Recuperado el 15 de diciembre 2023 en <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapaclimatico-del-peru>

Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento DATTAS (2019), recuperado el 25 de octubre del 2023 en <https://datass.vivienda.gob.pe/>

Sörensen, S. (1909). Enzyme Studies II. The Measurement and Meaning of Hydrogen Ion Concentration in Enzymatic Processes. *Biochemische Zeitschrift*. Pp. 131-134 and 159-160.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, SUNASS(23 de junio de 2023). Foro las caras del agua. Lima, Perú. Recuperado el 10 de enero de 2024, de [https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch\\_permalink&v=960606158606447](https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=960606158606447)

Suárez-Serrano, A., Baldioceda-Garro, Á., Durán-Sanabria, G., Rojas-Conejo, J., Rojas-Cantillano, D., & Guillén-Watson, A. (2019). Seguridad hídrica: Gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 25-46.

Torres, S. M. E., & de Navia, S. L. A. (2010). Calidad físico-química y microbiológica del agua del municipio de Bojacá, Cundinamarca. *Nova*, 8(14).

UNESCO. (2019). Programa Mundial de la UNESCO de evaluación de los recursos Hídricos (WWAP). No dejar a nadie atrás. París.

Vara Jorge, B., & Apaza Quispe, M. (2023). Sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable de tres centros poblados del distrito de Pucyura, provincia de Anta-Cusco.

Zahariev.T Anastassov, V, Girov, K, Goronova E. Grozdinski, L, Kniajev, V & Stankev, M (2009). Prevalence of primary chronic venous disease; The Bulgarian experience. *International Angiology*, 28, 303-310

# ANEXOS

**ANEXO 1. PERMISO JASS JILANACA RANCHO, JASS COLLIRI GRANDE PARA REALIZAR TRABAJO DE TESIS Y PRESTAMO DE EQUIPOS DEL CENTRO DE SALUD YANAOCA**



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA



**SOLICITO: PERMISO PARA REALIZAR TRABAJO DE TESIS**

**PRESIDENTE DEL CENTRO POBLADO JILANACA RANCHO – PRESIDENTE DEL JASS JILANACA RANCHO**

Nosotras, Bach. Mayra Mamani Parque, identificada con DNI 72361301, domicilio legal en la Av. Túpac Amaru s/n del distrito de Yanaoca, provincia de Canas, departamento de Cusco y Bach. Elena Isabel Alvarez Tejada, identificada con DNI 75195821, domicilio legal jr. Sacsaccata L18 del distrito de San Sebastián, provincia de Cusco, departamento de Cusco, con el debido respeto nos presentamos y exponemos lo siguiente:

Que, habiendo culminado nuestros estudios de pregrado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, solicitamos a usted permiso para realizar el trabajo de tesis "Calidad de agua de consumo humano de los sistemas de abastecimiento en los centros poblados Jilanaca Rancho y Colliri grande del distrito de Yanaoca, Canas - Cusco." Siendo el tipo de actividad requerida para el trabajo el siguiente: recolección de muestras del sistema de abastecimiento, muestras que serán procesadas en el laboratorio de Microbiología de Aguas y Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

**POR LO EXPUESTO.**

Ruego a Ud. acceder a nuestra petición.

Yanaoca, 12 de diciembre del 2023

MAYRA MAMANI PARQUE  
DNI:72361301



DNI 47203027

Recibida

ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA  
DNI:75195821



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA



SOLICITO: PERMISO PARA REALIZAR TRABAJO DE TESIS

PRESIDENTE DEL CENTRO POBLADO COLLIRI GRANDE- PRESIDENTE DEL JASS COLLIRI GRANDE

Nosotras, Bach. Mayra Mamani Parque, identificada con DNI 72361301, domicilio legal en la Av. Túpac Amaru s/n del distrito de Yanaoca, provincia de Canas, departamento de Cusco y Bach. Elena Isabel Alvarez Tejada, identificada con DNI 75195821, domicilio legal jr. Sacsaccata LIB del distrito de San Sebastián, provincia de Cusco, departamento de Cusco, con el debido respeto nos presentamos y exponemos lo siguiente:

Que, habiendo culminado nuestros estudios de pregrado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, solicitamos a usted permiso para realizar el trabajo de tesis "Calidad de agua de consumo humano de los sistemas de abastecimiento en los centros poblados Jlanaca Rancho y Colliri Grande del distrito de Yanaoca, Canas - Cusco." Siendo el tipo de actividad requerida para el trabajo el siguiente: recolección de muestras del sistema de abastecimiento, muestras que serán procesadas en el laboratorio de Microbiología de Aguas y Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

POR LO EXPUESTO.

Ruego a Ud. acceder a nuestra petición.

Yanaoca, 12 de diciembre del 2023



MAYRA MAMANI PARQUE  
DNI:72361301



ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA  
DNI:75195821





"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA



**SOLICITO: PRESTAMO DE EQUIPO MULTIPARAMETRO**

**Dr. Fredy Ismael Pinto Rojas**

**JEFE DEL CENTRO DE SALUD YANAOCA**

MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - CANAS - CACHIP  
DIRECCIÓN DE YANAOCA - ESRINAP  
DIRECCIÓN DE YANAOCA - TRAMITE DOCUMENTARI  
Escriba el número de  
y fecha: 15/12/23  
FAR: 09:49 am

Nosotras, Bach. Mayra Mamani Parque, identificada con DNI 72361301, domicilio legal en la Av. Túpac Amaru s/n del distrito de Yanaoca, provincia de Canas, departamento de Cusco y Bach. Elena Isabel Alvarez Tejada, identificada con DNI 75195821, domicilio legal Jr. Sacsaccata L18 del distrito de San Sebastián, provincia de Cusco, departamento de Cusco, con el debido respeto nos presentamos y exponemos lo siguiente:

Que, habiendo culminado nuestros estudios de pregrado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, solicitamos a usted préstamo de equipo multiparámetro para realizar el trabajo de tesis "Calidad de agua de consumo humano de los sistemas de abastecimiento en los centros poblados Jilana Rancho y Colliri Grande del distrito de Yanaoca, Canas - Cusco." El cual se utilizará para medir parámetros in-situ de los distintos puntos de muestreo.

**POR LO EXPUESTO.**

Ruego a Ud. acceder a nuestra petición.

Yanaoca, 12 de diciembre del 2023.



MAYRA MAMANI PARQUE  
DNI:72361301



ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA  
DNI:75195821

**ANEXO 2. MODELO DE CUESTIONARIOS EMPLEADO EN EL PRESENTE ESTUDIO  
DE INFRAESTRUCTURA Y GESTION EN JILANACA RANCHO Y COLLIRI  
GRANDE**

**Formulario 1: Evaluación de la gestión del servicio de agua para consumo humano**

**1. Ubicación:**

Localidad/anexo: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_  
 Distrito: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_  
 Departamento: \_\_\_\_\_ Población total: \_\_\_\_\_  
 Nro. Viviendas con abastecimiento de agua: \_\_\_\_\_

**2. Gestión:**

**2.1. Autoridad administradora del servicio de agua**

JASS  Municipalidad  Directiva comunal   
 Empresa  Prestadora de Servicios  otros  \_\_\_\_\_  
 Nombre/ Razón Social \_\_\_\_\_  
 Dirección \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_  
 e-mail \_\_\_\_\_  
 fecha de creación \_\_\_\_\_  
 Tiempo de duración del cargo (según estatutos) \_\_\_\_\_ años  
 Tiempo de permanencia en el cargo \_\_\_\_\_ años  
 La administración cuenta con personal capacitado Si  No

**2.2. Integrantes de la administración del servicio de agua**

Cargo	Nombre completo	Profesión / oficio	D. N. I.	Sexo	
				H	M

### 2.3. Cobertura

- Número de viviendas **que se abastecen** del sistema de agua:  
Conexión domiciliaria \_\_\_\_\_ o por pileta pública \_\_\_\_\_
- Número de viviendas **que no se abastecen** del sistema de agua:  
Señalar la fuente \_\_\_\_\_

### 2.4. Continuidad

Nº horas promedio del servicio por día \_\_\_\_\_  
Días de servicio por semana \_\_\_\_\_

### 2.5. Calidad

- Realiza y registra control de cloro residual del agua Si  No
- Realiza el análisis microbiológico del agua Si  No
- Realiza el análisis físico-químico del agua Si  No

### 2.6. Operación y mantenimiento

- Cuenta con Plan de Operación y mantenimiento Si  No
  - Cuenta con registros de operación y mantenimiento Si  No
  - Cuenta con el servicio de operador/gasfitero/otro Si  No
- En caso afirmativo, tiempo que dedica a operar el servicio
- Permanente  A demanda  Tiempo parcial
- Cuenta con las herramientas necesarias Si  No
- \*\*Observaciones
- Herramientas mínimas necesarias: lampa, pico, llaves, arco sierra.
- Cuenta con equipos, materiales, repuestos e insumos para el óptimo funcionamiento del sistema Si  No
  - Cuenta con equipo de protección personal Si  No  incompleto
- \*\*Observaciones



Completo: Botas, protector de gases, gafas, guantes y mamelucos

Incompleto: Parte de los accesorios

## 2.7. Ingresos

### 2.7.1. Monto de cuota/tarifa por el servicio de agua

<u>Categoría</u>	<u>S/. por mes</u>	<u>N° de conexiones</u>
Conexión domiciliaria	_____	_____
Conexión de uso industrial/ comercial	_____	_____
Piletas publicas	_____	_____
Tiempo de vigencia de la tarifa	_____ años	
Otra modalidad:	_____	

### 2.7.2. Puntualidad de pago

Numero de usuarios que pagan puntualmente por el servicio de agua \_\_\_\_\_

### 2.7.3. Tasa de morosidad de pago (%) \_\_\_\_\_

### 2.7.4. Medidas adoptadas con los usuarios morosos

Corte definitivo: \_\_\_\_\_ Suspensión temporal: \_\_\_\_\_

### 2.7.5. Aportes extraordinarios

¿Realizan los usuarios aporte extraordinario? Si  No

## 2.8. Gastos (por mes)

2.8.1. Gastos administrativos S/. \_\_\_\_\_

Operadores S/. \_\_\_\_\_

Materiales: cloro (Kilo por mes) \_\_\_\_\_ Kilos

Costos: cloro en soles S/. \_\_\_\_\_

Tubería, pegamento, accesorios y otros. S/. \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Nombre de inspector: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Nombre del representante de la administración: \_\_\_\_\_

---

Firma: \_\_\_\_\_

**Formulario 2: Evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua**

**1. UBICACIÓN:**

Localidad/anexo: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_  
 Distrito: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_  
 Población total: \_\_\_\_\_  
 Población servida: \_\_\_\_\_

**2. DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**

Antigüedad \_\_\_\_\_ Ente ejecutor \_\_\_\_\_  
 Rehabilitación: Si  No  Año \_\_\_\_\_  
 Funcionamiento: Continuo  Restringido  Inoperativo   
 El sistema es el único en el sector Si  No   
 Cuenta con autorización sanitaria (RD N°): \_\_\_\_\_

**3. TIPO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO**

Gravedad sin tratamiento  Gravedad con tratamiento   
 Bombeo sin tratamiento  Bombeo con tratamiento   
 Observaciones: \_\_\_\_\_

**4. FUENTE**

TIPO DE FUENTE CAPTADO	
Manantial captado en el ojo <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.1
Pozo profundo <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.2
Agua superficial (galería filtrante) <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.3
Agua superficial con tratamiento <input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.4

**N° de fuentes de abastecimiento:** \_\_\_\_\_ **caudal total Qt=** \_\_\_\_\_ **L/s**

Nombre de fuente N° 1: \_\_\_\_\_ Q1= \_\_\_\_\_ L/s

Nombre de fuente N° 2: \_\_\_\_\_ Q1= \_\_\_\_\_ L/s

Nombre de fuente N° 3: \_\_\_\_\_ Q1= \_\_\_\_\_ L/s

Nombre de fuente N° 4: \_\_\_\_\_ Q1= \_\_\_\_\_ L/s

Existen otras fuentes alternas en tiempo de sequía y/o emergencia Si  No

Nombre de fuente N° 1: \_\_\_\_\_ Q1= \_\_\_\_\_ L/s

Nombre de fuente N° 2: \_\_\_\_\_ Q1= \_\_\_\_\_ L/s

#### 4.1. Captaciones y buzón de reunión

Número de captaciones: \_\_\_\_\_ Número de buzones de reunión: \_\_\_\_\_

##### Captación:

Coordenadas UTM C1: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM C2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM C3: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM C4: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

##### Buzones:

Coordenadas UTM B1: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM B2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM B3: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Características	Captaciones								Buzones			
	1		2		3		4		1		2	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?												
¿Existe cuneta de coronación?												
¿Cuenta con tapa sanitaria?												
¿La tapa tiene seguridad? ( llave maestra o candado )												
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)												
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?												
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?												
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?												
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?												
¿Existe cámara húmeda?												
¿Existe cámara de válvulas?												
¿Las válvulas están operativas?												
¿Las válvulas presentan fugas?												
¿Tiene tubería de limpia y rebose?												
¿Tiene canastilla de salida?												
¿Está pintado en el exterior?												

**4.2. Galería filtrante y buzón de reunión      N° de buzones \_\_\_\_\_**

**Galerías filtrantes:**

Coordenadas UTM G: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

**Buzones de Reunión:**

Coordenadas UTM B1: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM B2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM B3: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

Características	Galería		Buzón de reunión					
			1		2		3	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?								
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?								
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?								
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								

#### 4.3. Agua superficial con tratamiento

Coordenadas UTM: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Atura (msnm): \_\_\_\_\_

<b>Fuente</b> :	Riachuelo <input type="checkbox"/>	Lago/laguna <input type="checkbox"/>	Río <input type="checkbox"/>	Acequia <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	_____		
<b>Suministro</b> :	Bombeo <input type="checkbox"/>	Gravedad <input type="checkbox"/>						
<b>Proceso de tratamiento:</b>	Coagulación <input type="checkbox"/>	Tipo de coagulante: _____	Floculación <input type="checkbox"/>	Sedimentación <input type="checkbox"/>				
	Prefiltración <input type="checkbox"/>	Filtración lenta <input type="checkbox"/>	Filtración rápida <input type="checkbox"/>					
Características	Cog	Flo	S	Pre-Fil	Fil	Si	No	
¿Existe cerco de protección?								
¿Las estructuras de tratamiento están libres de inundaciones accidentales?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?								
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?								
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								
¿Cuenta con registro de limpieza y mantenimiento de los filtros?								
¿Ha realizado cambio y/o reposición de lecho filtrante en los últimos 2 años?								
¿Se realiza la evacuación de lodos del sedimentador?								
¿El flujo de ingreso de agua a las unidades es uniforme?								
¿La adición de coagulante se realiza a todo lo ancho del canal?								

4.4. POZO PROFUNDO: Perforado  Excavado

Profundidad \_\_\_\_ metros

Coordenadas UTM P1: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM P2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM P3: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altura (msnm): \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM P4: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altura (msnm): \_\_\_\_\_

Características	Pozos							
	1		2		3		4	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe caseta de protección?								
¿El piso presenta rajaduras?								
¿La boca del pozo cuenta con sello sanitario y/o tapa sanitaria?								
¿Está protegido contra lluvias e inundaciones?								
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)								
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?								
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?								
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								
¿La bomba es lubricada con aceite?								
¿Cuenta con línea de purga?								
¿Cuenta con punto de muestreo?								
¿Está pintado en el exterior?								

5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Longitud (m), diámetro, material

5.1 Línea de conducción/impulsión		LC1		LC2			
Características		Si	No	Si	No		
¿Presencia de fugas de agua?							
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?							
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?							
¿Existen y están operativas las válvulas de aire?							
¿Existen y están operativas las válvulas de purga?							
5.2 Cámara rompe presión en línea de conducción (CRP- 6)		C.R.P - 6					
		1	2	3			
Coordenadas UTM:							
Este							
Norte							
Altura (m.s.n.m.):							
Características		Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?							
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?							
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?							
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 m?							
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?							
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?							

## 6. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

6.1. Reservorio	1		2		3	
Volumen reservorio (m3)						
Coordenadas UTM:						
Este						
Norte						
Altura (m.s.n.m)						
características	si	no	si	no	si	no
¿Existe cerco protector?						
¿Cuenta con tapa sanitaria?						
¿La estructura está en buen estado, libre de rajaduras y fugas de agua?						
¿El interior de la estructura esta limpio y libre de material extraño?						

¿Presencia de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 metros?							
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?							
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?							
¿Tiene tubería de limpia y rebose?							
¿A la salida de las tuberías de limpia y rebose existe rejilla de protección?							
¿Existe caseta de válvulas?							
¿Las válvulas están operativas?							
¿Cuenta con la tubería de ventilación?							
¿Cuenta con punto de muestreo?							

6.2 Red de distribución	Si	No
¿Presencia de fugas de agua?		
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?		
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?		
¿Cuenta con válvulas de purga?		
¿Cuenta con un plan de purgado de redes?		

**Diámetro, material:**

6.3 Cámara rompe-presión en red de distribución (CRP-7)	1		2		3		4	
Coordenadas UTM:								
Este								
Norte								
Altura (m.s.n.m.):								
<b>Características</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿Cuenta con tubería de ventilación?								
¿Presencia de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 m?								
¿Cuenta con válvula de control operativa?								
¿Funciona la válvula flotadora?								



6.4 Piletas públicas	PP1		PP2		PP3		PP4		PP5		PP6		PP7		PP8		PP9		PP10		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?																					
¿Está limpia la estructura?																					
¿Están los accesorios y el grifo completos y en buen estado?																					
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?																					
Cuenta con pozo percolador funcionando																					

### 7. CLORACIÓN

El agua se clora en forma: Permanente  Eventual  Nunca

Tipo de cloración: Gas  Goteo  Manual

Hipoclorador  N° de hipocloradores \_\_\_\_\_

Insumo utilizado: \_\_\_\_\_ concentración (%) \_\_\_\_\_

Características	Si	No
¿Está el equipo en buen estado?		
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?		
¿Existe stock de cloro?		
¿El cloro residual en el reservorio es mayor o igual a 1.0 mg/L?		
¿El cloro residual en las redes es mayor o igual a 0.5 mg/L?		
¿Cuenta con registro de control de cloro residual?		
¿Cuenta con comparador de cloro residual?		
¿Cuenta con insumos DPD 1 para medir cloro residual?		
¿El personal que opera ha recibido capacitación sobre limpieza y desinfección de agua?		

**8. TIPO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LAS VIVIENDAS**

Tachos  PVC  Cilindros metálicos  Bidones  otros  \_\_\_\_\_

Cuenta con tapa:

Estado del recipiente (higienización)

**Desinfección intradomiciliaria:**

Cloro  Hervido  otros  \_\_\_\_\_

**9. ENFERMEDADES RELACIONADAS A LA CALIDAD DE AGUA EN LA LOCALIDAD (PROPORCIONADAS POR EL EESS)**

Nº de casos de EDAs en menores de 5 años: \_\_\_\_\_

Nº de EDAs totales en la localidad: \_\_\_\_\_

Nº de casos de enfermedades parasitarias: \_\_\_\_\_

Cinco primeras causas de mortalidad:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

Administrador del sistema: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**Formulario 3: Toma de agua de muestras de agua para evaluar la calidad**

**1. Ubicación.**

Localidad/anexo: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**2. Muestras**

**2.1. Captación / reservorio**

N°	Punto de Muestreo (1)	Coordenadas UTM		Hora de muestreo	Cloro residual (mg/L)	Parámetro (2) (4)				
		Norte	Este			pH	Turbiedad	coliformes termotolerantes (2)	Fisicoquímico	Metales
1										
2										
3										
4										
5										

(1) grifo, rebose, reservorio.

(2) Si el valor de cloro residual es menor de 0.5 mg/L se deberá tomar una muestra y remitir al laboratorio periférico.

(3) Análisis de pH, turbiedad en campo; coliformes termotolerantes realizado por el laboratorio periférico y los análisis fisicoquímicos y metales por el laboratorio central o acreditado.

(4) Frecuencia: Metales (anual), fisicoquímico (anual), bacteriológico (semestral) y cloro (mensual).

**2.2. Red de distribución**

N°	Lugar de muestreo (5)	Dirección	Nombre del usuario	Hora de muestreo	Cloro residual (mg/L)	pH	Fisico químico	Metales	Parámetros (7) (8)		Firma del Usuario
									Turbiedad	Coliformes Termotolerantes(8)	

(5) Vivienda, colegio, mercado, comedor popular, municipio, pileta, otros.

(6) Si el valor de cloro residual es menor de 0.5 mg/L se deberá tomar una muestra y remitir al laboratorio periférico.

(7) Análisis de pH, turbiedad en campo; coliformes termotolerantes realizado por el laboratorio periférico.

(8) Frecuencia: Metales (anual), fisicoquímico (anual), bacteriológico (semestral) y cloro (mensual).

3. Calidad de servicio (en los puntos monitoreados en el cuadro 2.2)

N°	Continuidad		Usos del agua				Conexiones domiciliarias		Coordenadas UTM	
	Horas/día	Días/sem.	Doméstico	Riego de calles	Riego de huertas	Otros	Fuga de agua	Agua empozada	Norte	Este
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Fecha \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Administrador \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

**ANEXO 3. MATRIZ PARA HALLAR ESTADO DE INFRAESTRUCTURA Y GESTION DEL SERVICIO EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO**

**Tabla 10**

*Diagnóstico de infraestructura del sistema de abastecimiento de Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

nº	INFRAESTRUCTURA (ITEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	Jilanaca Rancho	Colliri Grande
1.1. Diagnóstico	<b>captación</b>	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuados	1.5	1.5
	<b>cámara rompe presión CRP7</b>	Infraestructura en malas condiciones, presencia de filtraciones, válvulas dañadas.	Infraestructura en buen estado, buen funcionamiento, pero sin mantenimiento adecuado ni obras de protección	Infraestructura en buen estado, correcto funcionamiento y buen mantenimiento. Presencia de obras de protección.	1.5	1.5
	<b>Línea de conducción</b>	Tubería descubierta	Parcialmente cubierta	Tubería totalmente cubierta.	1.5	3
	<b>reservorio</b>	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento.	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuado	3	1.5
	<b>clorador</b>	No cuenta con clorador	Cuenta con infraestructura de cloración, pero no funciona adecuadamente	En buen estado y funcionando correctamente	1.5	1.5
	<b>líneas de aducción y red de distribución</b>	Tubería cubierta parcialmente con presencia de fugas	Tubería descubierta en pequeños tramos sin presentar fugas	Tubería totalmente cubierta.	1.5	3
	<b>válvulas de purga y de control</b>	Mal estado	x	Buen estado	0	3
	<b>viviendas con presiones dentro de parámetros normados</b>	< 80%	≥ 80% y ≤ 95%	> 95%	0	1.5
	<b>velocidades en la red</b>	Velocidades en su mayoría sobre la máxima establecida.	Velocidades en su mayoría por debajo de la mínima establecida	Velocidades dentro de los parámetros establecidos	3	3
<b>PUNTAJE DE DIAGNOSTICO</b>					<b>13.5</b>	<b>19.5</b>
nº	INFRAESTRUCTURA (ITEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	Jilanaca Rancho	Colliri Grande
1.2. Operación	<b>cobertura del servicio de agua potable</b>	< 60%	≥ 60% - < 99%	100%	1.5	1.5
	<b>cantidad</b>	< 40 l/p/d	≥ 40 - < 50 l/p/d	> 50 l/p/d	3	3
	<b>continuidad del servicio</b>	< 15 Hr/día	15 - 23 Hr/día	24 Hr/día	3	3
	<b>cuota familiar</b>	No paga cuota y/o no cubre gastos de AOM	Cubre costos de AOM	Cubre costos de AOM, reposición de equipos e infraestructura	1.5	1.5
	<b>mantenimiento</b>	Menos de dos veces al año	Tres veces al año	Cuatro veces al año o más	0	0
	<b>análisis bacteriológico del agua</b>	No se realiza	x	Se realiza oportunamente	0	0
	<b>presencia de cloro residual</b>	<0.3	0.3 < Cl < 0.5 mg/l	0.5 ≤ Cl ≤ 1.0 mg/l	0	1.5
	<b>turbiedad</b>	> 5 UNT	≥ 1 y ≤ 5 UNT	< 1 UNT	3	1.5
	<b>conexiones activas</b>	< 90%	≥ 90% - < 95%	> 95%	3	3
	<b>micro mediciones</b>	No tienen micromedición	≥ 54% - < 92 %	> 92%	0	0
<b>densidad de roturas</b>	> 0.5	≤ 0.5 - > 0.1	≤ 0.1	1.5	1.5	
<b>PUNTAJE DE OPERACIÓN</b>					<b>16.5</b>	<b>16.5</b>
<b>PUNTAJE TOTAL DE INFRAESTRUCTURA (DIAGNÓSTICO + OPERACIÓN)</b>					<b>30</b>	<b>36</b>
<b>PORCENTAJE DEL ESTADO INFRAESTRUCTURA</b>					<b>50 %</b>	<b>60%</b>

Fuente: Aliga, 2011.

**Tabla 11**

*Diagnóstico de Gestión de los sistemas de abastecimiento de agua Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

nº	GESTIÓN (ITEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2.5 puntos	Jilanaca Rancho	Colliri Grande
I.1. Recursos humanos/ institucionales	existe la unidad, área o junta dedicada a la prestación del servicio de agua potable	Sin institucionalización y sin trámites de formalización	En vías de formalización/institucionalización	institucionalizada y con personería jurídica	1.5	1.5
	¿Se cuentan con instalaciones y equipamiento instalados para el funcionamiento?	No tienen la infraestructura ni el equipamiento mínimo instalados.	Cuentan con ambientes, pero carecen de equipamiento.	Cuentan con instalaciones y equipamiento necesarios	1.5	1.5
	el número de personal asignado es adecuado	No se tiene personal	Se requiere de más personal	Se cuenta con personal suficiente	1.5	1.5
	el personal ha sido capacitado previamente	Menos del 20%	≥ 20% y < 40%	≥ 40%	0	0
	consideran que el esquema institucional es funcional y coadyuva al logro de sus objetivos y metas	No es funcional	Deben hacerse cambios importantes, planificación, personal, manejo de recursos, etc.	El esquema institucional asegura el cumplimiento de los objetivos y metas	1.5	1.5
<b>PUNTAJE DE RRHH E INSTITUCIONALES</b>					<b>6</b>	<b>6</b>
nº	GESTIÓN (ITEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2.5 puntos	Jilanaca Rancho	Colliri Grande
I.2. Instrumento de gestión	la entidad ha formulado su POA que le permite brindar el servicio se tiene	No existe	Existe, pero no está aprobado	Está aprobado y se aplica	0	0
	implementados estatutos y reglamento	No se tiene	Están en proceso de implementación	Sí se tienen y se implementan	2.5	2.5
	se dispone de un croquis y/o plano del sistema, redes, válvulas, acomedidas	No posee croquis ni planos	Croquis sin criterio técnico ni aval de un profesional	Tiene croquis y plano elaborados por un profesional que lo avala	0	0
	la determinación de la cuota familiar obedece a un cálculo técnico, socializado y aprobado por los usuarios	Monto definido sin criterio técnico ni aprobado por los usuarios	Monto impuesto por la Entidad sin criterio técnico, con participación de los usuarios	Sí	0	0
	se dispone de registro padrón del consumo poblacional	No se tiene registro	Se dispone de un registro, pero está desactualizado	Se tiene un registro de consumo y está actualizado al último mes	1.5	1.5
	la entidad se articula con las políticas planes objetivos y metas del sector	No articula su accionar con el sector	Establecen algunas coordinaciones con entidades del sector, pero no se evidencian resultados.	La entidad se alinea con los objetivos, políticas, planes, metas y políticas del sector saneamiento. Más de dos políticas institucionalizadas y con su respectivo plan de acción	1.5	1.5
	existen políticas públicas institucionalizadas	No existen políticas	Existen al menos dos políticas, pero sin institucionalizar		1.5	1.5
la entidad dispone de un plan de contingencias frente a la producción de eventos que interrumpen el servicio de agua potable	No dispone de instrumentos	Está en proceso de formulación	Tiene un plan de contingencias y las estrategias de implementación	0	0	
<b>PUNTAJE DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN</b>					<b>7</b>	<b>7</b>

n°	GESTIÓN (ITEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2.5 puntos	Jilanaca Rancho	Colliri Grande
1.3. Procedimientos	Se aplica mecanismos para favorecer la participación de los asociados (asambleas)	No cuenta con mecanismos de participación de los asociados	Cuentan con mecanismos aprobados, pero no se ejecutan	Se tienen mecanismos que se ejecutan y captan la participación de los asociados	2.5	2.5
	se permite a los usuarios acceder a información relevante de la gestión	No comunican ni cuentan con los mecanismos de acceso a la información	Se restringe el acceso a cierto tipo de información	Se permite el acceso a la información y se la entrega en forma detallada	2.5	2.5
	se tiene o se va a implementar un programa de ahorro del agua o educación sanitaria	No existe	Está en proceso de formulación	Está aprobado y en proceso de implementación	0	0
	los instrumentos de gestión están al alcance de los trabajadores	No se disponen de instrumentos de gestión	Se disponen de instrumentos de gestión, pero no aprobados y no se aplican	Se tienen instrumentos de gestión aprobados y se aplican	1.5	1.5
	el personal recibe capacitaciones y fortalecimiento permanente	De vez en cuando y por oferta de entidades externas a la Entidad	Se programan capacitaciones y se restringe el acceso del personal	Se establecen programas de capacitación sistematizadas y comprende a todo el personal	0	0
	se estimula el rendimiento de los trabajadores	No se aplican estímulos al buen desempeño	Se ofertan estímulos, pero no se concretizan	Se estimula el rendimiento de los trabajadores	0	0
<b>PUNTAJE DE PROCEDIMIENTOS</b>					<b>6.5</b>	<b>6.5</b>
n°	GESTIÓN (ITEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2.5 puntos	Jilanaca Rancho	Colliri Grande
1.4. ejecución de inversiones	se prioriza y ejecuta inversiones municipales en infraestructura para la implementación del servicio se cuenta con información técnica y financiera del servicio en forma oportuna y confiable	No	Se priorizan, pero no se ejecutan	Sí	0	0
	resguardo de los fondos recaudados	Presenta un atraso mayor a tres meses	Presenta un atraso entre uno y tres meses	Presenta un atraso menor a un mes	1.5	1.5
	se realiza el seguimiento en la ejecución de los proyectos externos de inversión en relación al servicio de agua potable	En poder de algún directivo / trabajador	x	En cuenta bancaria exclusiva de la Entidad	0	0
	la entidad cuenta con recursos para reponer equipos construir mejorar o rehabilitar la infraestructura del sistema	No existe	Existe, pero no ejerce el seguimiento oportuno	Brinda un seguimiento oportuno y confiable a la ejecución de proyectos de agua y saneamiento	0	0
		No	x	Si	0	0
<b>PUNTAJE DE EJECUCION DE INVERSIONES</b>					<b>1.5</b>	<b>1.5</b>
<b>PUNTAJE TOTAL DE GESTIÓN</b>					<b>21</b>	<b>21</b>
<b>PORCENTAJE DE GESTION DE SERVICIO</b>					<b>35%</b>	<b>35%</b>

Fuente: Aliaga,2011.

**ANEXO 4. CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO EN  
LABORATORIO DE MUESTRAS EN CAPTACION Y RESERVORIO DE JILANACA  
RANCHO Y COLLIRI GRANDE**

**Tabla 12**

*Análisis fisicoquímico de captación Jilanaca Rancho*

Parámetro	Unidad	Captación Jilanaca Rancho				
		ECA	Análisis en laboratorio		Análisis en campo	
			1er muestreo	2da	1er muestreo	2do muestreo
			1ra determinación	determinación		
temperatura	°C	>3	21	21	18.8	14.3
turbiedad	NTU	5	0.49	0.41	0.486	0.38
pH		6,5-8,5	7.35	7.65	6.08	6.29
conductividad eléctrica	us/cm	1500	301	300	323	328
dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500	163	170		
calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	50.16	52.8		
magnesio	mg/L	150	8.28	9.3		
sulfatos	mg/L	250	11.4	12.6		
cloruros	mg/L	250	4.9	4.4		
nitratos	mg/L	50	33.5	35.5		
alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	188.8	180.4		
solidos disueltos	mg/L	1000	334.5	327.6	163.2	167.2

**Tabla 13**

*Análisis fisicoquímico de captación Colliri Grande*

Parámetro	Unidad	Captación Colliri Grande				
		ECA	Análisis en laboratorio		Análisis en campo	
			1er muestreo	2da	1er muestreo	2do muestreo
			determinación	determinación		
temperatura	°C	>3	21	21	18.8	15.7
turbiedad	NTU	5	0.55	0.51	1.24	0.13
pH		6,5-8,5	7.52	7.81	6.99	6.32
conductividad eléctrica	us/cm	1500	239	238	286	282
dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500	120.9	122		
calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	36.48	32.9		
magnesio	mg/L	150	6.44	6.7		
sulfatos	mg/L	250	8.7	9.1		
cloruros	mg/L	250	4.2	3.9		
nitratos	mg/L	50	26.6	20.8		
alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	148.2	151.7		
solidos disueltos	mg/L	1000	256	268.1	144.4	143.7



**Tabla 14**

Análisis fisicoquímico de reservorio Jilanaca Rancho

<b>Reservorio Jilanaca Rancho</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>LMP</b>	<b>Análisis en laboratorio</b>		<b>Análisis en campo</b>	
			<b>1er muestreo</b>		<b>1er muestreo</b>	<b>2do muestreo</b>
			<b>1ra determinación</b>	<b>2da determinación</b>		
temperatura	°C	>3	21	21	15.5	13.5
turbiedad	NTU	5	0.52	0.4	0.26	0.27
pH		6,5-8,5	7.37	7.66	6.22	6.9
conductividad eléctrica	us/cm	1500	315	315	310	320
solidos disueltos	mg/L	1000	340.9	336.5	156.7	163.1
dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500	175.5	178.6		
calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	53.2	55.4		
magnesio	mg/L	150	9.2	9.55		
sulfatos	mg/L	250	12.2	14		
cloruros	mg/L	250	5.6	5.1		
nitratos	mg/L	50	25.9	26.8		
alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	195.5	192.5		

**Tabla 15**

Análisis fisicoquímico de reservorio Colliri Grande

<b>Reservorio Colliri Grande</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>LMP</b>	<b>Análisis en laboratorio</b>		<b>Análisis en campo</b>	
			<b>1er muestreo</b>		<b>1er muestreo</b>	<b>2do muestreo</b>
			<b>1ra determinación</b>	<b>2da determinación</b>		
temperatura	°C	>3	21	21	16	15.02
turbiedad	NTU	5	0.61	0.54	0.44	0.56
pH		6,5-8,5	7.6	7.84	7.33	7.19
conductividad eléctrica	us/cm	1500	238	237	304	283
dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500	124.8	130.5		
calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	38	34.6		
magnesio	mg/L	150	6.44	6.75		
sulfatos	mg/L	250	8.2	8.8		
cloruros	mg/L	250	4.55	4.6		
nitratos	mg/L	50	31.8	30		
alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	156	153.2		
solidos disueltos	mg/L	1000	269.8	274.6	153.4	143.7



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0550-2023-LAQ

SOLICITANTE : MAYRA MAMANI PARQUE  
ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA  
INSTITUCION : FC. CIENCIAS , E.P. BIOLOGIA  
MUESTRA : AGUA CRUDA (DOS MUESTRAS)  
FUENTE : CAPTACION COLLIRI GRANDE  
COORDENADA : E 0233498 N 8426410 h= 4079  
DISTRITO : YANAOCA  
PROVINCIA : CANAS  
REGION : CUSCO  
FECHA : C/18/12/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1ra Determinación	2da Determinación
Temperatura °C	21	21
Turbiedad NTU	0,55	0,51
pH	7,52	7,81
C.E. uS/cm	239,00	238,00
Cloro residual ppm	0	0
Dureza total ppm CaCO <sub>3</sub>	120,90	122,00
Calcio ppm	36,48	32,90
Magnesio ppm	6,44	6,70
Sulfatos ppm	8,70	9,10
Cloruros ppm	4,20	3,90
Nitratos ppm	26,60	20,80
Alcalinidad total ppm HCO <sub>3</sub>	148,20	151,70
Sólidos totales Disueltos ppm	265,00	268,10

ANALISIS DE LAS AGUAS NATURALES, JEAN RODIER, 9 EDICION

Cusco, 27 de Diciembre 2023

  
  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANALISIS QUIMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS** 16552-2023-LAQ

SOLICITANTE : MAYRA MAMANI PARQUE  
 ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA  
 INSTITUCION : FC. CIENCIAS, E.P. BIOLOGIA  
 MUESTRA : AGUA CRUDA (DOS MUESTRAS)  
 FUENTE : CAPTACION JILANOCA RANCHO  
 COORDENADA : E 0239733 N 8429243 h= 4061  
 DISTRITO : YANAOCA  
 PROVINCIA : CANAS  
 REGION : CUSCO  
 FECHA : C/18/12/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1ra Determinación	2da Determinación
Temperatura °C	21	21
Turbiedad NTU	0,49	0,41
pH	7,35	7,65
C.E. uS/cm	301,00	300,00
Cloro residual ppm	0	0
Dureza total ppm CaCO <sub>3</sub>	163,80	170,00
Calcio ppm	50,16	52,80
Magnesio ppm	8,28	9,30
Sulfatos ppm	11,40	12,60
Cloruros ppm	4,90	4,40
Nitratos ppm	33,50	35,50
Alcalinidad total ppm HCO <sub>3</sub>	188,80	180,40
Sólidos totales Disueltos ppm	334,50	327,60

ANALISIS DE LAS AGUAS NATURALES, JEAN RODIER, 9 EDICION

Cusco, 27 de Diciembre 2023

Laboratorio de Análisis Químico  
 Responsable del Laboratorio de Análisis Químico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0553-2023-LAQ

SOLICITANTE : MAYRA MAMANI PARQUE  
 ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA  
 INSTITUCION : FC. CIENCIAS , E.P. BIOLOGIA  
 MUESTRA : AGUA TRATADA (DOS MUESTRAS)  
 FUENTE : RESERVORIO JILANOCA RANCHO  
 COORDENADA : E 0240453 N 8429855 h= 4009  
 DISTRITO : YANAOCA  
 PROVINCIA : CANAS  
 REGION : CUSCO  
 FECHA : C/18/12/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1ra Determinación	2da Determinación
Temperatura °C	21	21
Turbiedad NTU	0,52	0,40
pH	7,37	7,66
C.E. uS/cm	315,00	315,00
Cloro residual ppm	0,03	0,01
Dureza total ppm CaCO <sub>3</sub>	175,50	178,60
Calcio ppm	53,20	55,40
Magnesio ppm	9,20	9,55
Sulfatos ppm	12,20	14,00
Cloruros ppm	5,60	5,10
Nitratos ppm	25,90	26,80
Alcalinidad total ppm HCO <sub>3</sub>	195,60	192,50
Sólidos totales Disueltos ppm	340,90	336,50

ANALISIS DE LAS AGUAS NATURALES, JEAN RODIER, 9 EDICION

Cusco, 27 de Diciembre 2023

  
 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Químicos  
 Responsable Técnico  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANALISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0551-2023-LAQ

SOLICITANTE : MAYRA MAMANI PARQUE  
 ELENA ISABEL ALVAREZ TEJADA  
 INSTITUCION : FC. CIENCIAS , E.P. BIOLOGIA  
 MUESTRA : AGUA TRATADA (DOS MUESTRAS)  
 FUENTE : RESERVORIO COLLURI GRANDE  
 COORDENADA : E 0234601 N 8427481 h= 3944  
 DISTRITO : YANAOCA  
 PROVINCIA : CANAS  
 REGION : CUSCO  
 FECHA : C/18/12/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1ra Determinación	2da Determinación
Temperatura °C	21	21
Turbiedad NTU	0,61	0,54
pH	7,60	7,84
C.E. uS/cm	238,00	237,00
Cloro residual ppm	0,01	0
Dureza total ppm CaCO3	124,80	130,50
Calcio ppm	38,00	34,60
Magnesio ppm	6,44	6,75
Sulfatos ppm	8,20	8,80
Cloruros ppm	4,55	4,60
Nitratos ppm	31,80	30,00
Alcalinidad total ppm HCO3	156,00	153,20
Sólidos totales Disueltos ppm	269,80	274,60

ANALISIS DE LAS AGUAS NATURALES, JEAN RODIER, 9 EDICION

Cusco, 27 de Diciembre 2023

  
 Laboratorio de Análisis Químico  
 Responsable del Laboratorio de Análisis Químico

FICHA DE MONITOREO DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS DE CAMPO Y CLORO RESIDUAL

**FICHA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**  
 REGISTRO DE TOMA MUESTRA PARA LA EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA  
 GERENCIA REGIONAL DE SALUD CUSCO  
 DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - DIRECCION DE SANEAMIENTO AMBIENTAL  
 PRODUCTO COMUNIDAD ACCEDE A AGUA PARA CONSUMO HUMANO - VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA



UBIGEO CENTRO POBLADO: ..... CENTRO POBLADO (LOCALIDAD): ..... COORDENADAS: Zona: ..... ESTE: ..... NORTE: ..... ALTITUD: .....

DISTRITO: ..... PROVINCIA: ..... DPTO: .....

RED: ..... MICRO RED: ..... IPRESS: .....

PROVEEDOR DEL SERVICIO: JASS ( ) EPS ( ) MUNICIPALIDAD ( ) CONTINUIDAD DEL SISTEMA: ..... NUMERO DE SISTEMAS: .....

NOMBRE MUESTREADOR: ..... ACTIVIDAD: Inspección Sanit./Espec. ( ) Monitoreo ( )

NOMBRE DEL SISTEMA: ..... SECTOR ó LOCALIDAD(S) ABASTECIDOS POR EL SISTEMA: .....

TIPO DE SISTEMA: Gravedad con tratamiento ( ) Bombeo con Tratamiento ( ) Bombeo sin Tratamiento ( )

TIPO DE FUENTE: Manante ( ) Rio/Riachuelo ( ) Laguna ( ) Pozo ( ) Galerías ( ) Otros ( ) .....

EQUIPO DOSIFICADOR DE CLORO: Hipoclorador por difusión ( ) Dosificador por erosión de tabletas ( ) Dosificador a presión - cloro Gas ( ) Manual ( ) No cuenta ( )

CODIGO	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO		UBICACIÓN DEL MUESTREO		Fecha	Hora	Cloro residual libre (mg/L)	CALIDAD					PRIMA o NOMBRE DEL USUARIO/DOM		
	Punto de Muestreo (Nombre/Sector/Dirección/ Otros)	ZONA: Urb. ( ) Rur. ( )	Este	Norte				Altitud	Físico - Químico	Microbiológico	Temperatura (°C)	pH		Sólidos Totales Disueltos (STD) mg/L	

NOTA: Llenar la ficha con letra legible; guardar una copia para archivar y otra enviada a la red. Condiciones: En caso de que el cloro residual sea menor a 0.5mg/l y/o la turbiedad sea mayor a 5 NTU, tomar una muestra para el análisis microbiológico.

Responsable de la Toma de muestra  
 Nombre: .....  
 Cel.: .....  
 D.N.I.: .....

Cargo: Área Técnica Municipal (ATM)  
 Nombre: .....  
 Cel.: .....  
 D.N.I.: .....

Cargo: Jefe de la IPRES  
 Nombre: .....  
 Cel.: .....  
 D.N.I.: .....

**ANEXO 6. CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE CLORO RESIDUAL**

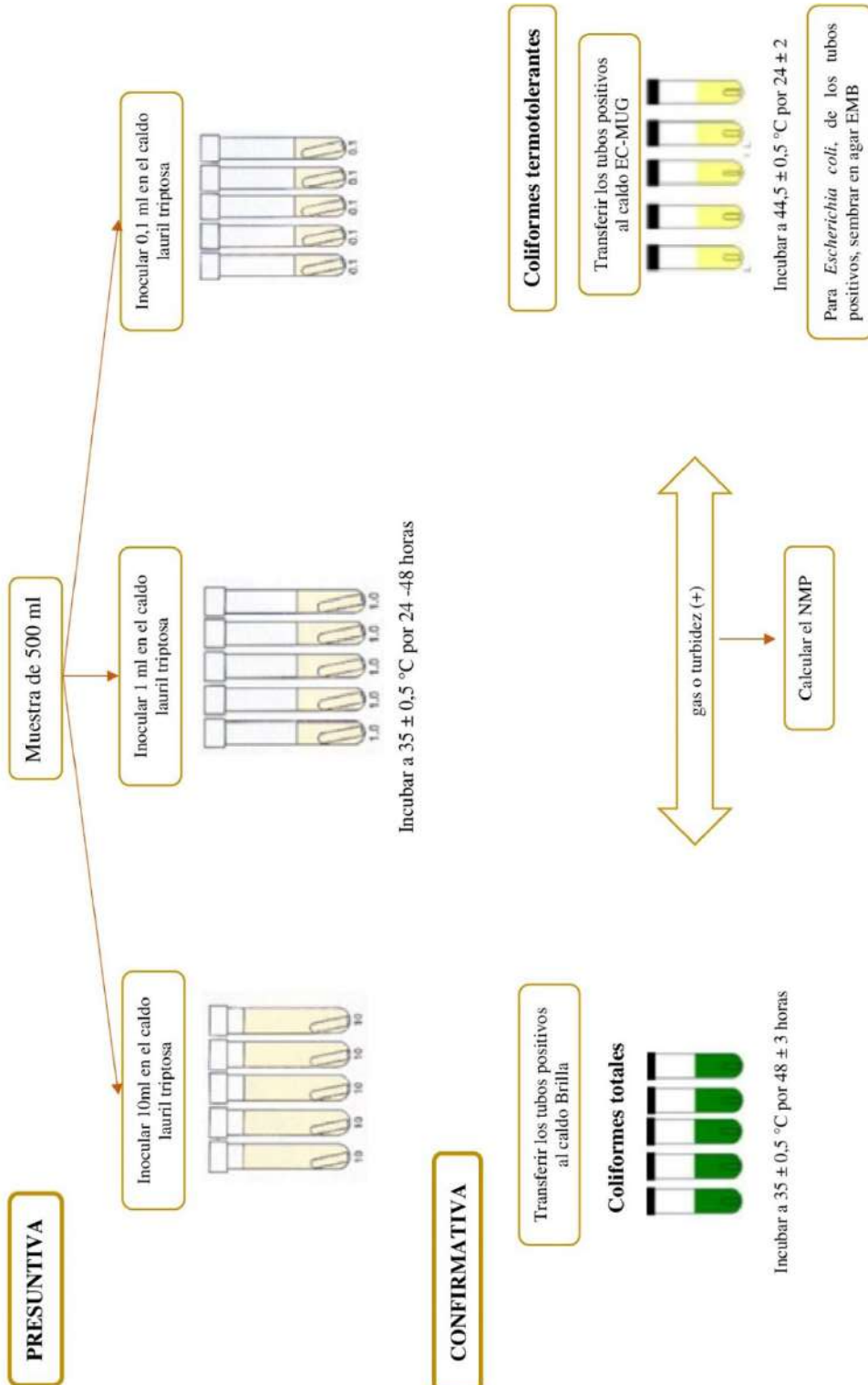
**Tabla 16**

*Determinacion de cloro residual en reservorio y piletas domiciliarias de los sistemas de abastecimiento de agua Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Puntos de muestreo</b>	<b>1er determinación</b>	<b>2do determinación</b>	<b>3er determinación</b>	<b>4er determinación</b>	<b>promedio</b>
<b>Reservorio Jilanaca Rancho</b>	0	0	0	0	0
<b>Pileta 1 Jilanaca Rancho</b>	0	0	0	0	0
<b>Pileta 2 Jilanaca Rancho</b>	0	0	0	0	0
<b>Pileta 3 Jilanaca Rancho</b>	0	0	0	0	0
<b>Reservorio Colliri Grande</b>	0.28	0.3	0.29	0.24	0.28
<b>Pileta 1 Colliri Grande</b>	0.28	0.3	0.29	0.37	0.31
<b>Pileta 2 Colliri Grande</b>	0.29	0.29	0.28	0.31	0.29
<b>Pileta 3 Colliri Grande</b>	0.29	0.29	0.29	0.28	0.29

TÉCNICA DE FERMENTACIÓN EN TUBOS MÚLTIPLES POR EL NÚMERO MÁS PROBABLE (NMP) PARA

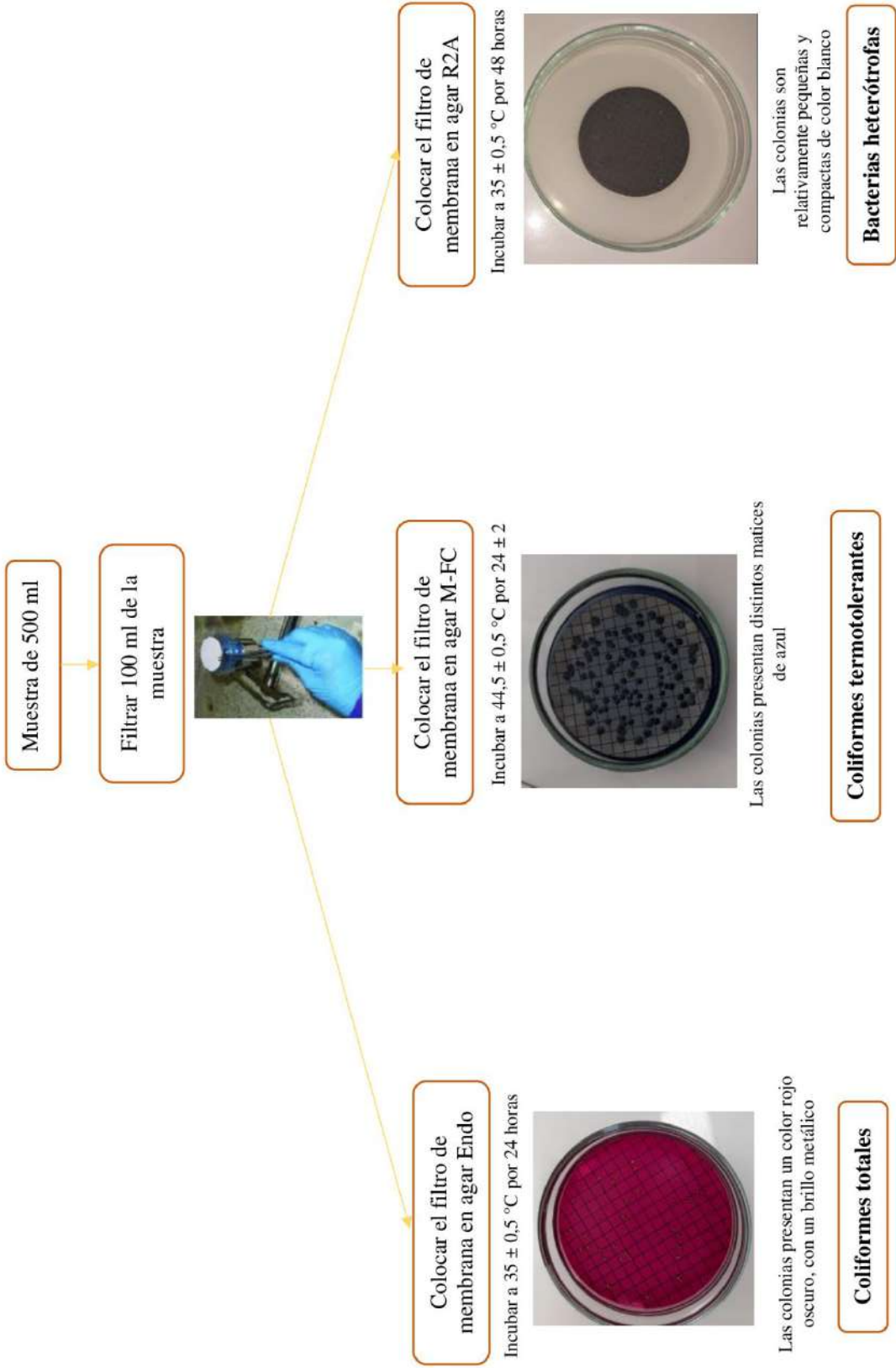
DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES



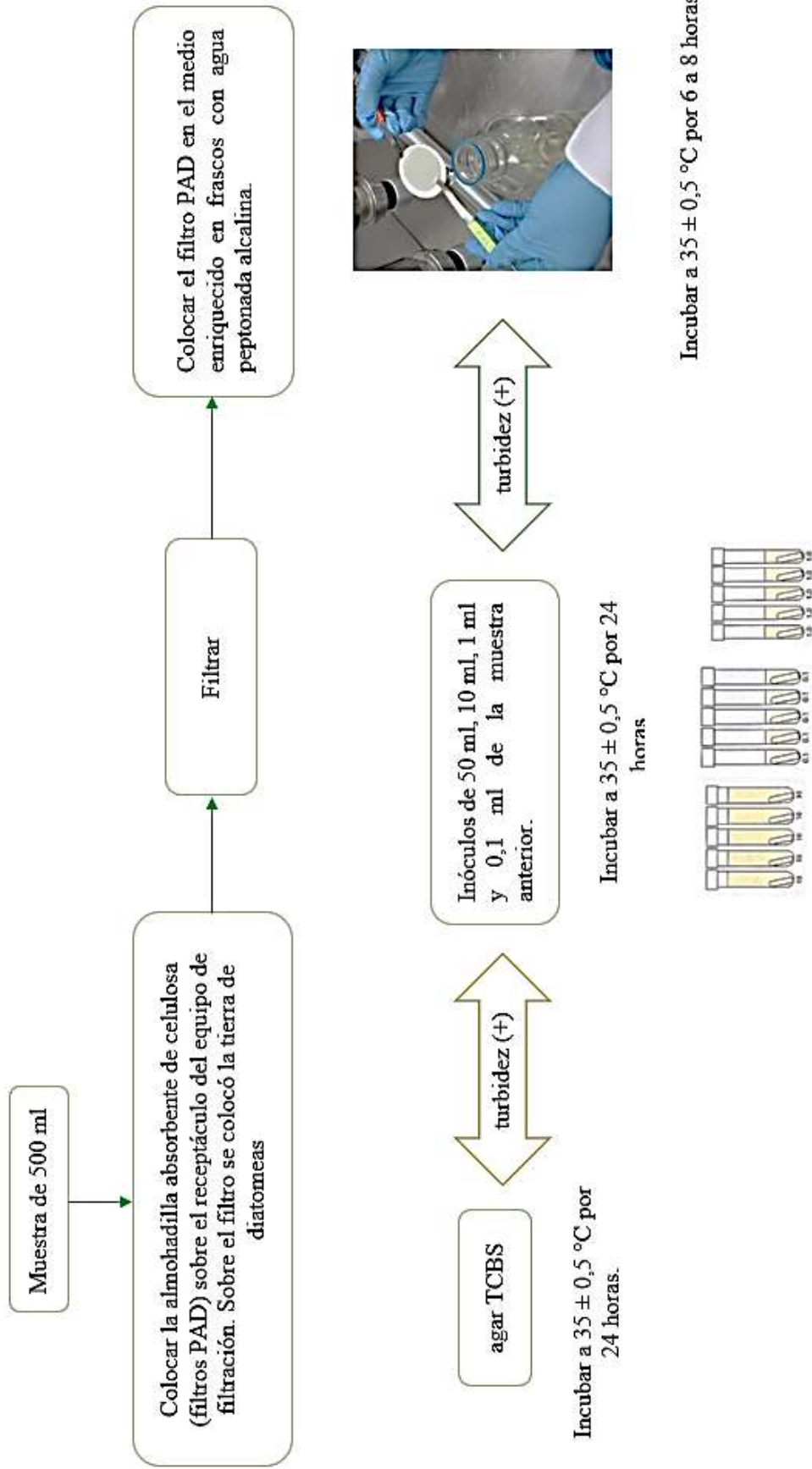


# MÉTODO FILTRACIÓN POR MEMBRANA PARA COLIFORMES TOTALES, TERMOTOLERANTES, *Escherichia coli* Y

## BACTERIAS HETERÓTROFAS



## MÉTODO DE FILTRO EN LA ALMOHADILLA ABSORBENTE O FILTROS PAD PARA *VIBRIO CHOLERAE*:



ANEXO 8. TABLA NUMERO MAS PROBABLE

Tabla 17

*Número más probable de bacterias por 100 g (ml) de material analizado.*

Pos* 10;1;0,1	NMP	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN	Pos* 10;1;0,1	MPN
000	<1.8	100	2	200	4.5	300	7.8	400	13	500	23
001	1.8	101	4	201	6.8	301	11	401	17	501	31
002	3.6	102	6	202	9.1	302	13	402	21	502	43
003	5.4	103	8	203	12	303	16	403	25	503	58
004	7.2	104	10	204	14	304	20	404	30	504	76
005	9	105	12	205	16	305	23	405	36	505	95
010	1.8	110	4	210	6.8	310	11	410	17	510	33
011	3.6	111	6.1	211	9.2	311	14	411	21	511	48
012	5.5	112	8.1	212	12	312	17	412	26	512	64
013	7.3	113	10	213	14	313	20	413	31	513	84
014	9.1	114	12	214	17	314	23	414	36	514	110
015	11	115	14	215	19	315	27	415	42	515	130
020	3.7	120	6.1	220	9.3	320	14	420	22	520	49
021	5.5	121	8.2	221	12	321	17	421	26	521	70
022	7.4	122	10	222	14	322	20	422	32	522	95
023	9.2	123	12	223	17	323	24	423	38	523	120
024	11	124	15	224	19	324	27	424	44	524	150
025	13	125	17	225	22	325	31	425	50	525	180
030	5.6	130	8.3	230	12	330	17	430	27	530	79
031	7.4	131	10	231	14	331	21	431	33	531	110
032	9.3	132	13	232	17	332	24	432	39	532	140
033	11	133	15	233	20	333	28	433	45	533	180
034	13	134	17	234	22	334	31	434	52	534	210
035	15	135	19	235	25	335	35	435	59	535	250
040	7.5	140	11	240	15	340	21	440	34	540	130
041	9.4	141	13	241	17	341	24	441	40	541	170
042	11	142	15	242	20	342	28	442	47	542	220
043	13	143	17	243	23	343	32	443	54	543	280
044	15	144	19	244	25	344	36	444	62	544	350
045	17	145	22	245	28	345	40	445	69	545	440
050	9.4	150	13	250	17	350	25	450	41	550	240
051	11	151	15	251	20	351	29	451	48	551	350
052	13	152	17	252	23	352	32	452	56	552	480
053	15	153	19	253	26	353	37	453	64	553	620
054	17	154	22	254	29	354	41	454	72	554	800
055	19	155	24	255	32	355	45	455	81	555	>1600

ANEXO 9. CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE ANALISIS BACTERIOLOGICOS

Tabla 18

Resultados de análisis microbiológicos en agua de las captaciones de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande

Muestreo	Punto de muestreo	Coliformes totales (NMP/100 ml)	Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100ml)	Bacterias Heterótrofas (UFC/ml)	<i>Vibrio cholerae</i> (Presencia/ 100 ml)
1er muestreo	Jilanaca Rancho	33	17	17	41	Ausente
	Colliri Grande	<1.8	<1.8	<1.8	<1	Ausente
2do muestreo	Jilanaca Rancho	<1.8	<1.8	<1.8	28	Ausente
	Colliri Grande	<1.8	<1.8	<1.8	4	Ausente

Nota: Valores <1.8 NMP/100ml = ausencia.

**Tabla 19**

*Resultados de análisis bacteriológico en agua de los reservorios y piletas domiciliarias de los sistemas de abastecimiento Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Muestreo</b>	<b>Punto de muestreo</b>	<b>Coliformes totales (UFC/100 ml)</b>	<b>Coliformes termotolerantes (UFC/100 ml)</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml)</b>	<b>Bacterias heterótrofas (UFC/ml)</b>
<b>1er muestreo</b>	Reservorio Jilanaca Rancho	55	8	3	7
	1er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	110	3	4	7
	2do Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	44	8	2	6
	3er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	49	8	1	7
	Reservorio Colliri Grande	<1	<1	<1	1
	1er Pileta domiciliaria Colliri Grande	<1	<1	<1	1
	2do Pileta domiciliaria Colliri Grande	<1	<1	<1	2
	3er Pileta domiciliaria Colliri Grande	<1	<1	<1	1
	Reservorio Jilanaca Rancho	3	<1	<1	6
<b>2do muestreo</b>	1er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	80	<1	<1	8
	2do Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	5	<1	<1	6
	3er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	5	<1	<1	5
	Reservorio Colliri Grande	<1	<1	<1	1
	1er Pileta domiciliaria Colliri Grande	<1	<1	<1	1
	2do Pileta domiciliaria Colliri Grande	<1	<1	<1	1
	3er Pileta domiciliaria Colliri Grande	<1	<1	<1	1

**Nota:** Valores <1 UFC/100ml = ausencia

**Tabla 20**

*Resultados de determinación de Coliformes totales en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Coliformes totales (NMP/100ml)</b>		
<b>muestreo</b>	<b>Captación Jilanaca Rancho</b>	<b>Captación Colliri Grande</b>
<b>1er muestreo</b>	33	<1.8
<b>2do muestreo</b>	<1.8	<1.8
<b>Promedio</b>	16.4	<1.8

**Nota:** Valores <1.8 NMP/100ml = ausencia.

**Tabla 21**

*Resultados de determinación de Coliformes termotolerantes en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)</b>		
<b>muestreo</b>	<b>Captación Jilanaca Rancho</b>	<b>Captación Colliri Grande</b>
<b>1er muestreo</b>	17	<1.8
<b>2do muestreo</b>	<1.8	<1.8
<b>Promedio</b>	8.4	<1.8

**Nota:** Valores <1.8 NMP/100ml = ausencia.

**Tabla 22**

*Resultados de determinación de Escherichia coli en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Escherichia coli (NMP/100ml)</b>		
<b>muestreo</b>	<b>Captación Jilanaca Rancho</b>	<b>Captación Colliri Grande</b>
<b>1er muestreo</b>	17	<1.8
<b>2do muestreo</b>	<1.8	<1.8
<b>Promedio</b>	8.4	<1.8

**Nota:** Valores <1.8 NMP/100ml = ausencia.

**Tabla 23**

*Resultados de determinación de Bacterias Heterótrofas en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Bacterias Heterótrofas (UFC/ml)</b>		
<b>muestreo</b>	<b>Captación Jilanaca Rancho</b>	<b>Captación Colliri Grande</b>
<b>1er muestreo</b>	41	<1
<b>2do muestreo</b>	28	4
<b>Promedio</b>	34.5	2.9

**Nota:** Valores <1 UFC/ml = ausencia.

**Tabla 24**

*Resultados de determinación de Vibrio cholerae en captaciones Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Vibrio cholerae (Presencia/100 ml)</b>		
<b>muestreo</b>	<b>Captación Jilanaca Rancho</b>	<b>Captación Colliri Grande</b>
<b>1er muestreo</b>	Ausente	Ausente
<b>2do muestreo</b>	Ausente	Ausente
<b>Promedio</b>	Ausente	Ausente

**Tabla 25***Resultados de determinación de Coliformes Totales en reservorios y piletas**domiciliarias Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

muestreo	Coliformes totales (UFC/100 ml)							
	Reservorio Jilanaca Rancho	1er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	2do Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	3er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	Reservorio Colliri Grande	1er pileta domiciliaria Colliri Grande	2do pileta domiciliaria Colliri Grande	3er pileta domiciliaria Colliri Grande
1er muestreo	55	110	44	49	<1	<1	<1	<1
2do muestreo	3	80	5	5	<1	<1	<1	<1
Promedio	29	95	25	27	<1	<1	<1	<1

**Nota:** Valores <1 UFC/100ml = ausencia.**Tabla 26***Resultados de determinación de Coliformes Termotolerantes en reservorios y piletas**domiciliarias Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

Punto de muestreo	Coliformes termotolerantes (UFC/100 ml)							
	Reservorio Jilanaca Rancho	1er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	2do Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	3er Pileta domiciliaria Jilanaca Rancho	Reservorio Colliri Grande	1er pileta domiciliaria Colliri Grande	2do pileta domiciliaria Colliri Grande	3er pileta domiciliaria Colliri Grande
1er muestreo	8	3	8	8	<1	<1	<1	<1
2do muestreo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Promedio	4	1.5	4	4	<1	<1	<1	<1

**Nota:** Valores <1 UFC/100ml = ausencia.



**Tabla 27***Resultados de determinación de Escherichia coli en reservorios y piletas domiciliarias**Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)								
Punto de muestreo	Reservorio Jilanaca Rancho	1er Pileta domiciliar Jilanaca Rancho	2do Pileta domiciliar Jilanaca Rancho	3er Pileta domiciliar Jilanaca Rancho	Reservorio Colliri Grande	1er pileta domiciliar Colliri Grande	2do pileta domiciliar Colliri Grande	3er pileta domiciliar Colliri Grande
1er muestreo	3	4	2	1	<1	<1	<1	<1
2do muestreo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Promedio	1.5	2	1	0.5	<1	<1	<1	<1

**Tabla 28***Resultados de determinación de Bacterias Heterótrofas en reservorios y piletas**domiciliarias Jilanaca Rancho y Colliri Grande*

<b>Bacterias heterótrofas (UFC/ ml)</b>								
Punto de muestreo	Reservorio Jilanaca Rancho	1er Pileta domiciliar Jilanaca Rancho	2do Pileta domiciliar Jilanaca Rancho	3er Pileta domiciliar Jilanaca Rancho	Reservorio Colliri Grande	1er pileta domiciliar Colliri Grande	2do pileta domiciliar Colliri Grande	3er pileta domiciliar Colliri Grande
1er muestreo	7	7	6	7	1	1	2	1
2do muestreo	6	8	6	5	1	1	1	1
Promedio	6.5	7.5	6	6	1	1	1.5	1

**ANEXO 10. GALERIA FOTOGRAFICA**



Figura 1 Captación Jilanaca Rancho



Figura 2 Captación Jilanaca Rancho



Figura 3 Cerco de protección captación Jilanaca Rancho



Figura 4 Línea de conducción Jilanaca Rancho



Figura 5 Muestreo en la captación Jilanaca Rancho



Figura 6 Reservorio Jilanaca Rancho



Figura 7 Cámara de purga del reservorio Colliri Grande



Figura 8 Reservorio Colliri Grande



Figura 9 Cuestionario a directivo JASS Jilanaca Rancho



Figura 10 Cuestionario a directivo JASS Jilanaca Rancho



Figura 11 Constatación de los muestreos realizados supervisados por el presidente del JASS



Figura 12 Cuestionario a los directivos del JASS Colliri Grande



Figura 13 Muestreo en la captación Jilanaca Rancho



Figura 14 Muestreo en la captación Colliri Grande



Figura 15 Muestra en la captación para los análisis fisicoquímicos



Figura 16 Muestra en la captación para análisis bacteriológico



Figura 17 Etiquetado de muestra captación Jilanaca Rancho para análisis bacteriológicos



Figura 18 Muestreo en el reservorio Jilanaca Rancho



Figura 19 Muestreo en la pileta domiciliaria del sistema Jilanaca Rancho



Figura 20 Determinación del cloro residual en pileta domiciliaria Jilanaca Rancho



Figura 21 Centro de salud Yanaoca el cual facilito sus equipos



Figura 22 Medición de parámetros de campo en captación Jilanaca Rancho



Figura 23 Manipulación de los equipos por el operario



Figura 24 Determinación del cloro residual en la vivienda domiciliaria Jilanaca Rancho



Figura 25 Turbidímetro HACH



Figura 26 Equipos multiparámetros HACH

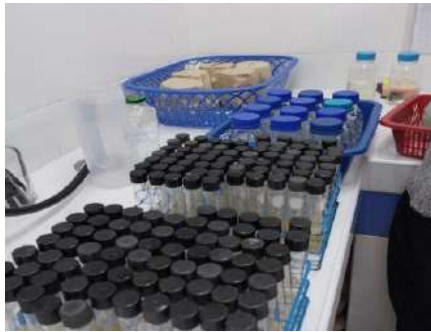


Figura 27 Preparación de insumos y medios de cultivo



Figura 28 Caldo lauril triptosa para la prueba presuntiva

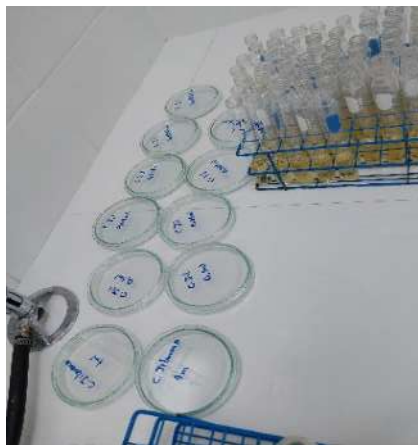


Figura 29 Placas estériles para el vertido de R2A



Figura 30 Inoculación de muestra en caldo lauril



Figura 31 Homogenización en vortex



Figura 32 Inoculación de diluciones en caldo Lauril



Figura 33 Inoculación de muestra y diluciones para el recuento de bacterias heterótrofas



Figura 34 Vertido de medio R2A en placas con diluciones



Figura 36 Incubación de tubos con caldo lauril y placas para bacterias heterótrofas

Figura 35 Homogenización del medio R2A

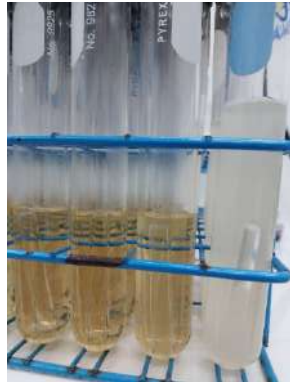


Figura 37 Resultado positivo en prueba presuntiva para coliformes Jilanaca Rancho

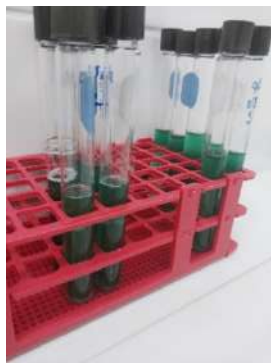


Figura 39 Resultados en caldo Brilla

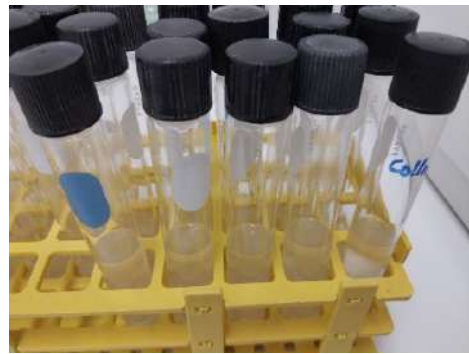


Figura 38 Resultado positivo en prueba presuntiva para coliformes Colliri Grande



Figura 40 Resultados positivos de caldo EC-MUG





Figura 41 Inoculación por estrias a medio agar EMB



Figura 42 Resultado positivo en agar EMB



Figura 43 Incubación en baño maria



Figura 44 Colocación de filtro PAD en el equipo de filtración



Figura 45 Incorporación tierra de diatomeas sobre filtro PAD



Figura 46 Incorporación del filtro PAD en agua peptonada



Figura 47 Resultado turbidez en agua pertonada

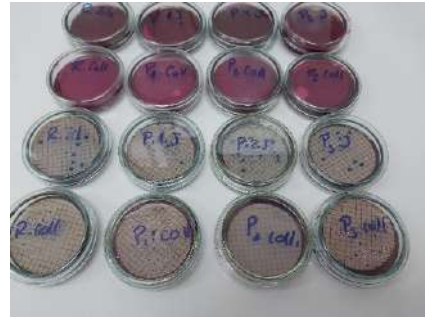


Figura 48 Resultado en placas para coliforme totales y termotolerantes

**ANEXO 11. CASUISTICA DE LA INVESTIGACION**

Punto de muestreo	Georreferencia de zona			fecha	hora	N° de muestras
	Este	Norte	Altitud			
Captación de Jilanaca Rancho	0239733	8429243	4061 m	15/12/2023	09:13 AM	3
Reservorio de Jilanaca Rancho	0240453	8429855	4009 m	15/12/2023	10:37 AM	2
1° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240542	8429941	3977 m	15/12/2023	10:49 AM	1
2° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240592	8429992	3975 m	15/12/2023	11:01 AM	1
3° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240563	8430039	3975 m	15/12/2023	11:10 AM	1
Captación de Colliri Grande	0233498	8426410	4079 m	15/12/2023	12:25 PM	3
Reservorio de Colliri Grande	0234601	8427481	3944 m	15/12/2023	12:51 PM	2
1° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234535	8427677	3908 m	15/12/2023	13:26 PM	1
2° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234567	8427689	3907 m	15/12/2023	13:30 PM	1
3° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234880	8427816	3825m	15/12/2023	13:38 PM	1
Reservorio de Jilanaca Rancho	0240453	8429855	4009 m	21/12/2023	10:49 AM	1
1° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240542	8429941	3977 m	21/12/2023	11:05 AM	1
2° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240592	8429992	3975 m	21/12/2023	11:06 AM	1
3° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240563	8430039	3975 m	21/12/2023	12: 10 AM	1
Reservorio de Colliri Grande	0234601	8427481	3944 m	21/12/2023	13:25 PM	1
1° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234535	8427677	3908 m	21/12/2023	13:42 PM	1
2° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234567	8427689	3907 m	21/12/2023	13:50 PM	1
3° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234880	8427816	3825m	21/12/2023	14.05 PM	1
Reservorio de Jilanaca Rancho	0240453	8429855	4009 m	27/12/2023	9:45 AM	1
1° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240542	8429941	3977 m	27/12/2023	10:09 AM	1
2° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240592	8429992	3975 m	27/12/2023	10:22 AM	1
3° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240563	8430039	3975 m	27/12/2023	10: 35 AM	1
Reservorio de Colliri Grande	0234601	8427481	3944 m	27/12/2023	11:21 AM	1
1° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234535	8427677	3908 m	27/12/2023	11:29 AM	1
2° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234567	8427689	3907 m	27/12/2023	11:38 AM	1
3° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234880	8427816	3825m	27/12/2023	11:49 AM	1
Captación de Jilanaca Rancho	0239733	8429243	4061 m	02/01/2024	9:15 AM	3

Reservorio de Jilanaca Rancho	0240453	8429855	4009 m	02/01/2024	9:32 AM	2
1° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240542	8429941	3977 m	02/01/2024	9:50 AM	1
2° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240592	8429992	3975 m	02/01/2024	10:02 AM	1
3° pileta domiciliaria de Jilanaca Rancho	0240563	8430039	3975 m	02/01/2024	10:14 AM	1
Captación de Colliri Grande	0233498	8426410	4079 m	02/01/2024	11:10 AM	3
Reservorio de Colliri Grande	0234601	8427481	3944 m	02/01/2024	11:32 AM	2
1° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234535	8427677	3908 m	02/01/2024	12:05 AM	1
2° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234567	8427689	3907 m	02/01/2024	12:09 AM	1
3° pileta domiciliaria de Colliri Grande	0234880	8427816	3825m	02/01/2024	12:14 AM	1