

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO, PERIODO 2020 - 2023 DE LA COMUNIDAD KARINA  
DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO**

**PRESENTADA POR:**

**LUZDELIA CHATA MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



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



9.86%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 26 MAR 2024, 10:00 AM

### Similarity report

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

● IDENTICAL  
4.49%

● CHANGED TEXT  
5.37%

## Report #20391247

LUZDELIACHATA MAMANI ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, PERIODO 2020 - 2023 DE LA COMUNIDAD KARINA DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO RESUMEN El presente trabajo de Investigación ha tenido como objetivo evaluar el análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, para ello se ha tomado muestras puntuales del agua del manantial de ésta comunidad, para ser analizadas en el laboratorio BHIOS en un total de 12 parámetros microbiológicos y 9 fisicoquímicos, obteniendo los siguientes resultados para las categorías A1 del ECA del agua: se cumplieron con los parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes, y para los fisicoquímicos se cumplieron con los parámetros: Cloro Libre, Turbidez, Sólidos Totales Disueltos, pH, Dureza total, Conductividad, Cloro Total, Cianuro total, Color; mientras que el análisis en la categorías A2 del ECA del agua: se cumplieron con los parámetros microbiológicos: OVL-Copépodos, Escherichia coli, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Heterótrofos en Placa, Huevos de Helmintos, Larvas de Helmintos, Quistes de Protozoarios patógenos, OVL-Nemátodos, OVL-Protozoarios, OVL-Rotíferos, OVL-Algas y para los fisicoquímicos se cumplieron con los parámetros: Cloro Libre, Turbidez, Sólidos Totales Disueltos, pH, Dureza total, Conductividad, Cloro Total, Cianuro total y Color, en tanto que un análisis temporal del 2020 al

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

**ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO, PERIODO 2020 - 2023 DE LA COMUNIDAD KARINA  
DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO**

**PRESENTADA POR:  
LUZDELIA CHATA MAMANI**

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

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

  
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:

  
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
Dra. MILDER ZANABRIA ORTEGA

ASESOR DE TESIS

:

  
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería Tecnológica.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ciencias Ambientales.

Puno, 27 de marzo del 2024.

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta, manteniendo firmes mis pasos en este largo camino y reafirmar mi fé tantas veces como fue necesario y cumplir con los planes destinados a mi persona.*

*A mis padres y hermanas, por su motivación, comprensión y apoyo incondicional.*

*A mí, por seguir adelante y seguir intentando sin rendirme a pesar de las dificultades.*

*A mi abuelo Goyito, por el amor y cariño que me brindó en vida, tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Te amo.*

*Luzdelia Chata Mamani*

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.

A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación

Agradecer a mis jurados:

- Presidente Dr. Esteban Isidro León Apaza,
- Primer miembro M.Sc. Julio Wilfredo Cano Ojeda,
- Segundo miembro M.Sc. Milder Zanabria Ortega.

Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

Agradezco a los pobladores de la comunidad de Karina del distrito de Chucuito, por brindarme las facilidades para el desarrollo de mi trabajo de investigación en sus instalaciones, y sobre todo en especial a los directivos de dicha comunidad.

*Luzdelia Chata Mamani*

## ÍNDICE GENERAL

|                     | <b>Pág.</b> |
|---------------------|-------------|
| DEDICATORIA         | 1           |
| AGRADECIMIENTOS     | 2           |
| ÍNDICE GENERAL      | 3           |
| ÍNDICE DE TABLAS    | 6           |
| ÍNDICE DE FIGURAS   | 7           |
| INDICE DE ANEXOS    | 8           |
| RESUMEN             | 9           |
| ABSTRACT            | 10          |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> | <b>11</b>   |

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> | <b>13</b> |
| 1.1.1 PROBLEMA GENERAL.                | 14        |
| 1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.           | 14        |
| <b>1.2. ANTECEDENTES.</b>              | <b>14</b> |
| 1.2.1. Internacionales.                | 14        |
| 1.2.2. Nacionales.                     | 15        |
| 1.2.3. Locales.                        | 16        |
| <b>1.3. OBJETIVOS</b>                  | <b>17</b> |
| 1.3.1. OBJETIVOS GENERAL               | 17        |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS           | 17        |

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>2.1. MARCO TEÓRICO.</b>            | <b>18</b> |
| 2.1.1. Análisis de Series Temporales. | 18        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.1.2. Calidad del Agua.   | 19        |
| 2.1.3 Características Microbiológicas del Agua   | 20        |
| 2.1.4. Características fisicoquímicas del agua.  | 20        |
| 2.1.5. Estándares de Calidad Ambiental del Agua.   | 20        |
| <b>2.2. MARCO CONCEPTUAL.</b>  | <b>21</b> |
| <b>2.3. MARCO NORMATIVO.</b>   | <b>22</b> |
| 2.3.1. Constitución Política del Perú.   | 22        |
| 2.3.2. Ley General del Ambiente.   | 22        |
| 2.3.3. Ley N° 26842.- Ley General de la Salud  | 22        |
| 2.3.4. D.S. N° 031- 2010- SA.- Reglamento de la Calidad del Agua para<br>consumo Humano.     | 22        |
| 2.3.5. La SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE<br>SANEAMIENTO, como organismo regulador | 23        |
| 2.3.6. D.S. N° 004- 2017- MINAM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental<br>Para Agua.  | 23        |
| <b>2.4. HIPÓTESIS.</b>   | <b>23</b> |
| 2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.   | 23        |
| 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.  | 23        |
| <b>CAPÍTULO III</b>  |           |
| <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>   |           |
| <b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>  | <b>24</b> |
| 3.1.1. Ubicación del Área de Estudio.  | 24        |
| 3.2.2. Ubicación Política:   | 25        |
| <b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.</b>   | <b>26</b> |
| 3.2.1 POBLACIÓN.   | 26        |
| 3.2.2 MUESTRA.   | 27        |
| <b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>   | <b>28</b> |
| 3.3.2. Tipo de investigación   | 28        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.3. Diseño de investigación  | 28        |
| <b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.</b>  | <b>33</b> |
| <b>CAPÍTULO IV</b>  |           |
| <b>EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>  |           |
| <b>4.1. RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DEL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.</b>  | <b>34</b> |
| <b>4.2. RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DEL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.</b>   | <b>38</b> |
| <b>4.3. ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE<br/>ABASTECIMIENTO, PERIODO 2020 - 2023 DE LA COMUNIDAD KARINA DEL<br/>DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO.</b> | <b>40</b> |
| <b>4.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.</b>  | <b>56</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>   | <b>58</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>  | <b>59</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.</b>  | <b>60</b> |
| <b>ANEXOS</b>   | <b>63</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| <b>Tabla 01:</b> Descripción del punto donde se tomará la muestra.   | 27   |
| <b>Tabla 02:</b> Parámetros Microbiológicos.   | 30   |
| <b>Tabla 03:</b> Parámetros Fisicoquímicos.  | 31   |
| <b>Tabla 04:</b> Identificación de variables.  | 32   |
| <b>Tabla 05:</b> Parámetros microbiológicos, del 2020 al 2023.   | 35   |
| <b>Tabla 06:</b> Evaluación de los parámetros microbiológicos respecto al ECA del agua,<br>Categoría 1, subcategoría A - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con<br>desinfección.             | 36   |
| <b>Tabla 07:</b> Evaluación de los parámetros microbiológicos respecto al ECA del agua,<br>Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con<br>tratamiento convencional. | 37   |
| <b>Tabla 08:</b> Parámetros microbiológicos.   | 38   |
| <b>Tabla 09:</b> Evaluación de los parámetros fisicoquímicos respecto al ECA del agua,<br>Categoría 1, subcategoría A - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con<br>desinfección.              | 39   |
| <b>Tabla 10:</b> Evaluación de los parámetros fisicoquímicos respecto al ECA del agua,<br>Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con<br>tratamiento convencional.  | 40   |
| <b>Tabla 11:</b> Resumen de las tendencias de los valores de los parámetros de la calidad<br>del agua del sistema de abastecimiento de la comunidad de Karina.                                   | 55   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Figura 01:</b> Gráfico de una serie temporal.   | 19          |
| <b>Figura 02:</b> Ubicación referencial de la Comunidad de Karina en la península de Chucuito.   | 25          |
| <b>Figura 03:</b> Ubicación del Distrito de Chucuito en la provincia de Puno.  | 26          |
| <b>Figura 04:</b> Ubicación de la fuente de captación de agua.   | 27          |
| <b>Figura 05:</b> Tendencia de los parámetros: OVL-Copépodos, Huevos de Helmintos, Larvas de Helmintos, Quistes de Protozoarios patógenos, OVL-Nemátodos, OVL-Rotíferos y OVL-Algas. | 41          |
| <b>Figura 06:</b> Tendencia de los parámetros: Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes.  | 42          |
| <b>Figura 07:</b> Tendencia de los parámetros: Coliformes totales.   | 43          |
| <b>Figura 08:</b> Tendencia del parámetro: Heterótrofos en Placa.  | 44          |
| <b>Figura 09:</b> Tendencia del parámetro: OVL-Protozoarios.   | 45          |
| <b>Figura 10:</b> Tendencia del parámetro: Cloro Libre.  | 46          |
| <b>Figura 11:</b> Tendencia del parámetro: Turbidez.   | 47          |
| <b>Figura 12:</b> Tendencia del parámetro: Sólidos Totales Disueltos.  | 48          |
| <b>Figura 13:</b> Tendencia del parámetro: pH.   | 49          |
| <b>Figura 14:</b> Tendencia del parámetro: Dureza total.   | 50          |
| <b>Figura 15:</b> Tendencia del parámetro: Conductividad.  | 51          |
| <b>Figura 16:</b> Tendencia del parámetro: Cloro Total.  | 52          |
| <b>Figura 17:</b> Tendencia del parámetro: Cianuro total.  | 53          |
| <b>Figura 18:</b> Tendencia del parámetro: Color.  | 54          |

## INDICE DE ANEXOS

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Anexo 01:</b> Ficha de Recolección de Información  | 64   |
| <b>Anexo 02:</b> Estándar de calidad ambiental del agua: Categoría 1, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. | 66   |
| <b>Anexo 03:</b> Resultados del Análisis de Laboratorio del año 2020.   | 68   |
| <b>Anexo 04:</b> Resultados del Análisis de Laboratorio del año 2022.   | 70   |
| <b>Anexo 05:</b> Resultados del Análisis de Laboratorio del año 2023.   | 71   |
| <b>Anexo 06:</b> Matriz de consistencia.  | 73   |

## RESUMEN

El presente trabajo de Investigación ha tenido como objetivo evaluar el análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, para ello se ha tomado muestras puntuales del agua del manantial de ésta comunidad, para ser analizadas en el laboratorio BHIOS en un total de 12 parámetros microbiológicos y 9 fisicoquímicos, obteniendo los siguientes resultados para las categorías A1 del ECA del agua: se cumplieron con los parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes, y para los fisicoquímicos se cumplieron con los parámetros: Cloro Libre, Turbidez, Sólidos Totales Disueltos, pH, Dureza total, Conductividad, Cloro Total, Cianuro total, Color; mientras que el análisis en la categorías A2 del ECA del agua: se cumplieron con los parámetros microbiológicos: OVL-Copépodos, Escherichia coli, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Heterótrofos en Placa, Huevos de Helmintos, Larvas de Helmintos, Quistes de Protozoarios patógenos, OVL-Nemátodos, OVL-Protozoarios, OVL-Rotíferos, OVL-Algas y para los fisicoquímicos se cumplieron con los parámetros: Cloro Libre, Turbidez, Sólidos Totales Disueltos, pH, Dureza total, Conductividad, Cloro Total, Cianuro total y Color, en tanto que un análisis temporal del 2020 al 2023 tenemos que de 21 parámetros analizados: 3 parámetros que hacen un 14% del total tienen una tendencia al “incremento”, 5 parámetros que hacen un 24% los cuales tienen una tendencia al “decremento” y con una mayoría igual al 62% que corresponde a 13 parámetros tienen una tendencia a ser “constantes”, es decir que se podría concluir que el agua del sistema de abastecimiento de la comunidad de Karina tienen un tendencia a no variar en el tiempo.

**Palabras Clave:** Análisis temporal, Calidad del agua, Parámetros bacteriológicos, Parámetros fisicoquímicos.

## ABSTRACT

The objective of this research work has been to evaluate the temporal analysis of the quality of the water of the supply system, period 2020 - 2023 of the Karina community in the district of Chucuito - Puno, for this purpose, specific samples of the water from the spring of this community, to be analyzed in the BHIOS laboratory in a total of 12 microbiological and 9 physicochemical parameters, obtaining the following results for categories A1 of the ECA of the water: the microbiological parameters were met: Total Coliforms and Thermotolerant Coliforms, and for the physicochemical parameters were met: Free Chlorine, Turbidity, Total Dissolved Solids, pH, Total Hardness, Conductivity, Total Chlorine, Total Cyanide, Color; while the analysis in categories A2 of the ECA of the water: the microbiological parameters were met: OVL-Copepods, Escherichia coli, Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms, Plaque Heterotrophs, Helminth Eggs, Helminth Larvae, Pathogenic Protozoan Cysts, OVL-Nematodes, OVL-Protozoans, OVL-Rotifers, OVL-Algae and for the physicochemicals the parameters were met: Free Chlorine, Turbidity, Total Dissolved Solids, pH, Total Hardness, Conductivity, Total Chlorine, Total Cyanide and Color, in so much so that a temporal analysis from 2020 to 2023 we have that of 21 analyzed parameters: 3 parameters that make up 14% of the total have a tendency to "increase", 5 parameters that make up 24% which have a tendency to "decrease" and with a majority equal to 62% that corresponds to 13 parameters, they have a tendency to be "constant", that is, it could be concluded that the water in the supply system of the community of Karina has a tendency not to vary over time.

**Keywords:** Temporal analysis, Water quality, Bacteriological parameters, Physicochemical parameters.

## INTRODUCCIÓN

Tenemos que entender que acceder al agua potable es necesario y primordial, además que por razones obvias es un derecho de todo ser humano, de ahí que toda información o investigación que provea información sobre la calidad de agua, que el ser humano consume siempre será de mucha importancia, pues precisamente en la comunidad de Karina que pertenece al distrito de Chucuito en la provincia y departamento de Puno, tendrá también una marcada importancia, esencialmente pues en ésta comunidad se ha construido un sistema de aprovisionamiento de agua para los comuneros utilizando los manantiales que se tienen a disposición de forma natural, el análisis de la calidad de agua y el comportamiento de los valores de sus parámetros durante el periodo del 2020 al 2023, mostrarán información determinante para la toma de decisiones de parte de toda la comunidad, respuesta que nos ha conducido al presente trabajo de investigación, el cual se ha estructurado en los siguientes apartados:

Se exponen en el capítulo I, la situación problemática actual, planteándose el problema general y los específicos que nos han servido como punto de partida en la presente investigación, dicho problema se argumenta con la información de antecedentes que hayan tenido interrogantes parecidas, tanto a nivel internacional, nacional y local.

Continuamos con el capítulo II: donde se desarrollan los fundamentos o el conocimiento para entender el presente trabajo, pues términos relacionados a las variables de la investigación deben ser bien explicados en éste capítulo, concluyendo el apartado con el planteamiento de las hipótesis comprobadas.

En el capítulo III: se abordan temas sobre la forma en la que se ha desarrollado la investigación, declarando el lugar, muestra y población de estudio utilizados. Se detalla una explicación más objetiva mediante la operacionalización de las variables de investigación.

Dentro del apartado del capítulo IV, se exponen los resultados y los análisis que han girado en torno a éstos, para ello se explica las técnicas y procedimientos matemáticos y estadísticos que sustentan como se ha llegado a los resultados.

En el final de documento se manifiestan las conclusiones a las cuales se ha llegado en base a todo lo desarrollado, haciendo énfasis en mostrar resultados significativos que resuman de forma completa todo lo analizado,

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A nivel mundial, conforme aumentan las necesidades del ser humano, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más. Desde tiempos remotos, mientras el hombre se adapta al medio ambiente para sobrevivir, fue modificándolo según las necesidades que presentaba, y sin darse cuenta creando agentes contaminantes que han ido degradando diferentes entornos naturales; por tanto, con el paso de los años, el crecimiento poblacional y el incontrolable desarrollo industrial, dieron lugar a la contaminación ambiental al introducir en el medio ambiente concentraciones elevadas de sustancias físicas, químicas o biológicas peligrosas (AQUA, 2009).

El agua como elemento que se presenta en forma natural puede hacer posible la vida sobre el planeta, debido a que conforma parte primordial del proceso biológico en la naturaleza, pues por ello es considerado el recurso natural más básico e imprescindible, una apreciación desde el espacio nos permite ver la apariencia de nuestro planeta de color azul debido a que el 70% de su superficie está cubierta por agua y sólo el 30% es tierra. A pesar de ello solamente en promedio de 1.386 millones de km<sup>3</sup> es agua disponible, cifra de la cual el 97.5 % es agua salada y con un mínimo porcentaje igual a 2.5% es agua dulce, de éste último valor sólo un pequeño volumen es accesible para el consumo humano (Carrión, 2019).

En el marco del programa presupuestal que inició en el año 2020 “Programa Nacional de Saneamiento Rural”, las municipalidades pueden realizar el mantenimiento del sistema de



agua y saneamiento rural, pues destinan un presupuesto para poder mejorar la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable de éstas zonas, en el distrito de Chucuito en la comunidad de Karina se tiene una captación de agua desde donde se aprovisiona de agua un reservorio el cual después de un previo tratamiento se distribuye hacia toda la comunidad, si bien en todo éste periodo se han realizado análisis de la calidad del agua de la captación, ésta información no se ha analizado temporalmente, pues una proyección o conclusión sería muy importante para determinar si el agua está disminuyendo o mejorando su calidad, lo que nos conduce a plantearnos las siguientes preguntas.

#### **1.1.1 PROBLEMA GENERAL.**

- ¿Cómo es el análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno?

#### **1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

- ¿Cuál será la calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno?
- ¿Cuál será la calidad de los parámetros físico químicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno?

### **1.2. ANTECEDENTES.**

#### **1.2.1. Internacionales.**

Oleas (2018), en su tesis desarrollada en Riobamba, se enfocó en el objetivo de evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica del agua que era consumida por las personas de la zona, para ellos se han analizado una serie de parámetros como los químicos, físicos y microbiológicos, siendo los resultados para el primero un cumplimiento total de los reglamentos vigentes, mientras que para el parámetro físico se tienen valores que exceden la norma, además un análisis microbiológico muestra crecimiento de coliformes

fecales en un 100%, concluyendo al final que el agua consumida de parte de los habitantes de Kobegis no es apta para el consumo, recomendando tratamiento mediante cloración de los depósitos en cada una de las viviendas.

Gomez et al., (2020) analizaron el perfil espaciotemporal de parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en la Laguna de Fúquene, Cundinamarca, como metodología de la investigación se han tomado 2 muestras del agua para los meses de abril y octubre eligiendo al azar dos puntos de muestreo de toda la laguna, posteriormente en una evaluación en laboratorio se ha determinado que los valores para el ORP, oxígeno disuelto, conductividad y pH han variado de punto a punto; así como la concentración de amoníaco indican su alto nivel de degradación. El continuo aporte de contaminantes ha superado la capacidad de la laguna.

Cumbal y Ordoñez (2023) determinaron a través de análisis de la calidad del agua de los parámetros microbiológicos, químicos y físicos en la zona de estudio de la microcuenca del río Sicalpa, que los resultados nos muestran que los parámetros físico-químicos y microbiológicos muestran diferencias significativas entre las microcuencas superiores e inferiores, las cuales presentaron altos índices de muestreo, mostrando un valor de ICA iguales a 67.90, 68.01, 68.07 y 68.42, indicando agua de calidad normal.

### **1.2.2. Nacionales.**

Dentro de éste grupo de antecedentes empezaremos citando a Mendoza (2018) quien en su trabajo ha evaluado la calidad fisicoquímica para el agua de la superficie del C.P. de Sacsamarca ubicado en Ayacucho, determinado en sus resultados que la mayoría de los parámetros analizados no cumplen con la normatividad vigente en nuestro país, la comparación realizada fueron con los Límites Máximos Permisibles para efluentes domésticos y el reglamento para el consumo de agua, así como el ECA para el agua en la categoría A1-AIII, concluyendo que las concentraciones de arsénico y fosfato han superado el valor de 1.0 miligramos por litro, los demás parámetros si cumplen con el ECA en el periodo del 2008 al 2017.

Aguilar y Navarro (2018) en su trabajo de investigación realizado en la captación de la comunidad de Llañucancho del distrito de Abancay, han encontrado que para los valores de los parámetros: potencial de Hidrógeno dureza total y cloruros dentro del agua analizada, éstos están dentro de los rangos establecidos por la norma establecida en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

En el trabajo de Odicio et al. (2021), ha tenido como zona de estudio la laguna de Yarinacocha y la Quebrada ubicados en el departamento de Ucayali en el sector de Tushmo, allí ha evaluado los parámetros de la calidad del agua teniendo como referencia tres puntos de muestreo, y éstos valores han sido comparados con la normatividad del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM; obteniendo como resultados que el punto de muestreo número uno es diferente a los puntos de muestreo dos y tres, sin embargo hace la aclaración que las tres muestras cumplen con la normativa mencionada; en tanto que al evaluar parámetros microbiológicos, se ha encontrado una relativa diferencia entre los tres niveles de agua analizados respecto al parámetro: coliformes totales, mientras que para los coliformes termoestables, el autor ha hallado una diferencia entre los niveles de agua de las muestras: P2 y P3, pero a pesar de ello, son diferentes del punto P1.

### **1.2.3. Locales.**

En un entorno local, tenemos a Turpo (2018), que en su trabajo a evaluado el agua del sector de Chimu en el distrito de Puno, para ellos ha utilizado la normativa establecida en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría IV, obteniendo de ésta comparación que los valores de los parámetros Coliformes termotolerantes, temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto no cumplen con los estándares mencionados, resaltando que la conductividad eléctrica ha alcanzado un valor de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y un promedio de 1396  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , concluyendo de manera general que el agua no es para consumo humano.

Gerónimo (2021), en su trabajo enfocado a la determinación de la concentración de los parámetros del agua del manantial Aladino en el barrio Mañazo del distrito de Puno, ha utilizado la metodología del protocolo de control de recurso para las aguas superficiales,

extrayendo 3 muestras puntuales, para los cuales se han obtenido los siguientes resultados: pH = 7.64, temperatura = 17.02 °C, DBO = 4.9 mg/l, la conductividad = 1304  $\mu\text{s} / \text{cm}$  y para sólidos solubles un valor de 492 mg / l, concluyendo que los parámetros analizados incumplen los CRC (estructuras de calidad del agua).

Sandoval (2021), ha analizado la calidad del agua existente en 5 pozos que provenían del C.P. de Moro en el distrito de Paucarcolla, para ello las ha sometido a análisis de laboratorio y obtuvo los siguientes resultados: parámetros que no cumplen con la norma, conductividad eléctrica = 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ , los sólidos disueltos totales = 682.51mg/l; mientras que los parámetros siguientes, si cumplen con la normatividad: temperatura media de 17.82 °C, la turbidez del líquido = 1.34 UNT, pH = 7.62 unidades, los sulfatos = 43.65 mg/l, nitratos = 37.45 mg/l, cloruros = 289.35 mg/l, en tanto que los resultados para los parámetros bacteriológicos se tiene a los coliformes totales = 109.60 UFC/100 ml, coliformes termotolerantes = 0.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVOS GENERAL**

- Evaluar la calidad temporal del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno.
- Determinar la calidad de los parámetros físico químicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno.

## CAPÍTULO II

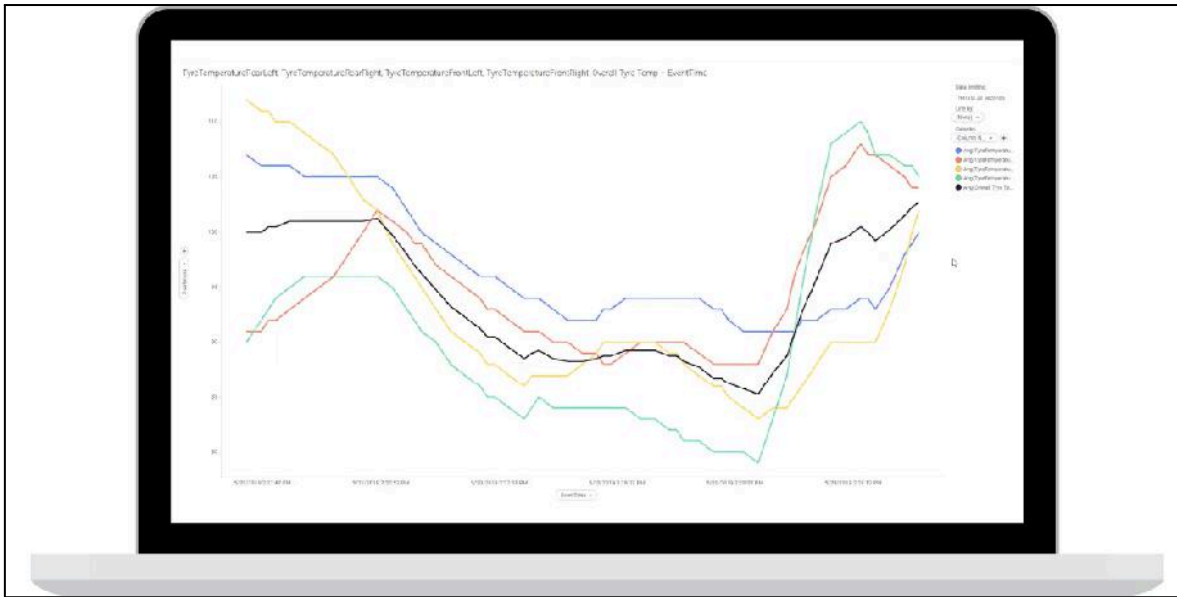
### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 2.1. MARCO TEÓRICO.

##### 2.1.1. Análisis de Series Temporales.

La definición de series temporales se puede interpretar como una técnica matemática y estadística que procesa un conjunto de datos de tiempo en una secuencia con el objetivo de establecer una tendencia, éstos conjuntos de datos los cuales están en rangos de tiempo con una frecuencia que se repiten en períodos que son medidos para una evaluación de regularidad o ver si son intervalos con comportamiento particular.

En otras palabras, podemos definir la serie temporal como un grupo de puntos de datos que son ordenados en una línea temporal, y el analizar una serie temporal es el proceso de dar sentido a dichos datos (TIBC, s. f.).



**Figura 01.** Gráfico de una serie temporal.

**Fuente:** Adaptado de las imágenes de TIBC (s. f.).

### 2.1.2. Calidad del Agua.

Para el Organismo Mundial de la Salud la definición de calidad del agua es el estado en el que podemos encontrar en forma natural éste elemento, manifestando sus características químicas, físicas y biológicas. La forma en la que se deteriora el agua se ha vuelto en una preocupación mundial debido a la forma vertiginosa en la que crece la población humana, la expansión de las actividades industriales y agrícolas y el desafío del cambio climático que vienen provocando cambios significativos que influyen al ciclo hidrológico (Baeza, 2016)

En estas fuentes se ve afectada, por las diferencias en la eliminación de las aguas residuales sin un tratamiento adecuado de las fuentes naturales y reduce el potencial de su utilización para usos posteriores. Diversas demandas sobre los recursos establecen ciertos límites permitidos sobre la calidad de los recursos, por ejemplo, el agua con un alto contenido de sal no es apta para el riego. El procesamiento industrial y de minerales tiene sus propios requisitos de calidad (Rosazza, 2009).

### **2.1.3 Características Microbiológicas del Agua**

Enfermedades causadas por el manejo inadecuado de excrementos humanos y heces, partículas de desecho. Si el agua que se usa para comer y preparar los alimentos no es limpia, pueden causar enfermedades incurables (Dirección General de Salud Ambiental, 2010).

El riesgo más reconocido causados por los microbios y los protozoarios y los helmintos son las enfermedades infecciosas según la Organización Mundial de Salud (Gianoli et al., 2018). Es importante mantener limpia la red de conducción de agua potable para garantizar su salud y que no presente un riesgo. Es importante que el agua tenga una presión adecuada, que se controle el cloro persistente y que se establezca un programa de control de la calidad del agua en diferentes lugares (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018).

### **2.1.4. Características fisicoquímicas del agua.**

Los parámetros físicos y químicos suelen ser indicadores de la calidad del agua (Surita, 2022), estos parámetros se comparan con las normas que regulan la calidad del agua (Tarazona, 2022) , en Perú con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA (Cruz y Delgado, 2022) y estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM (Guevara y Zurita, 2021).

### **2.1.5. Estándares de Calidad Ambiental del Agua.**

El código de aguas Peruano para el uso y desarrollo de los recursos hídricos, vigente desde hace siete décadas, se remonta al siglo XIX como una herramienta que permitió consolidar el control sobre la agricultura. La situación cambió drásticamente en julio de 1969, cuando por decreto número 17752 de la Ley General de Aguas, que introdujo algunos cambios en la regulación del uso y desarrollo del recurso hídrico hasta que se creó y aprobó el MINAM (ANA, 2009). Los parámetros y valores de los estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA) fueron revisados por el MINAM en diciembre de 2015 y aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, modificando los estándares de calidad del agua (ANA, 2009). Se definen como niveles de parámetros

físicos, químicos y biológicos en el agua de un receptor que no representan un riesgo para la salud humana o el medio ambiente. También es un instrumento que ayuda a determinar el grado de concentración de elementos físico químicos presentes en el agua. En el 2017, el MINAM con D.S N° 004-2017-MINAM aprobó los estándares de calidad del agua y establece normas adicionales encaminadas a combinar con el D.S N° 002-2008-MINAM, D.S N° 023-2009-MINAM y D.S. N° 015-2015-MINAM, aprobando los ECA-Agua y cumpliendo con lo establecido en el presente Decreto Supremo. Este Reglamento modifica y excluye algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de ECA-Agua, y mantiene otros aprobados por Decreto Supremo (ANA, 2009).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL.**

### **Series Temporales.**

La definición de series temporales se puede interpretar como una técnica matemática y estadística que procesa un conjunto de datos de tiempo en una secuencia con el objetivo de establecer una tendencia.

### **El Agua.**

El agua es seguramente el compuesto químico más común para todos nosotros; es parte de nuestra vida diaria, el agua es importante al momento del establecimiento de ciudades y actividades económicas.

### **La Calidad del Agua.**

Para el Organismo Mundial de la Salud la definición de calidad del agua es el estado en el que podemos encontrar en forma natural éste elemento, manifestando sus características químicas, físicas y biológicas.

### **Parámetros Físicoquímicos del agua.**

Los parámetros físicos y químicos suelen ser indicadores de la calidad del agua, estos parámetros se comparan con las normas que regulan la calidad del agua.

### **Parámetros Microbiológicos del Agua.**

El riesgo más reconocido causados por los microbios y los protozoarios y los helmintos son las enfermedades infecciosas según la Organización Mundial de la Salud.



## **Los ECA (Estándar de Calidad Ambiental ) del Agua.**

Los valores y parámetros del estándar de Calidad Ambiental del Agua (ECA) fueron revisados por el MINAM en diciembre de 2015 y aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, modificando los estándares de calidad del agua (ANA, 2009). Se definen como niveles de parámetros químicos, físicos y biológicos en el agua de un receptor que no representan un riesgo para la salud humana o el medio ambiente. También es un instrumento que ayuda a determinar el grado de concentración de elementos físico químicos presentes en el agua.

### **2.3. MARCO NORMATIVO.**

#### **2.3.1. Constitución Política del Perú.**

La Constitución Política del Perú (1993) establece que el ser humano tiene derecho a la paz, tranquilidad y a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado de acuerdo a la forma de vida para cada persona.

En su Artículo 7 manifiesta que la persona tiene derecho a estar protegido y a gozar de salud y de su familia dentro de un entorno de su comunidad, y menciona la obligación que tiene para hacer sostenible esto.

#### **2.3.2. Ley General del Ambiente.**

El Congreso de la República (2012), para su artículo 67 define que la autoridad pública en todos sus niveles y rangos tiene la obligación de darle prioridad al saneamiento básico, el cual debe tener una infraestructura física adecuada para el control y gestión de servicio de agua potable, las aguas pluviales, como de su sistema de alcantarillado, tratamiento de las aguas servida en general.

#### **2.3.3. Ley N° 26842.- Ley General de la Salud**

El MINSA (2021) a través de la Ley N° 26842 en su Artículo 107°, nos dice sobre abastecimiento de agua, el alcantarillado, reuso de aguas servidas, disposición de las excretas.

#### **2.3.4. D.S. N° 031- 2010- SA.- Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano.**

Éste reglamento en su artículo 1, hace referencia a su finalidad que es la de garantizar la inocuidad del agua para consumo humano, de la misma forma menciona como se debe proteger la salud de la población.

### **2.3.5. La SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO, como organismo regulador**

La SUNASS es un órgano público que tiene la categoría de regulador, fué creada por DL. 25965, el cual para efectos de cumplimiento de sus funciones tiene autonomía de tipo administrativo, técnica funcional, financiero y económico.

### **2.3.6. D.S. N° 004- 2017- MINAM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua.**

El DS-004-2017 del MINAM (2023) en su artículo 1 y dentro se sus primeros objetivos es aprobar los ECA para el agua, y que en cuyos anexos se puede encontrar en forma detallada el valor, parámetro, categoría y subcategoría de cada uno de los parámetros a medir.

## **2.4. HIPÓTESIS.**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.**

El análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, de los años 2020 a 2023 muestra una disminución en su calidad.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.**

- La calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, de los años 2020 a 2023 difiere en el tiempo.
- La calidad de los parámetros físico químicos del agua del sistema de abastecimiento de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, de los años 2020 a 2023 difiere en el tiempo.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. Ubicación del Área de Estudio.

La comunidad de Karina está ubicada en el extremo sur de la península de Chucuito ubicado a orillas del Titicaca a 54 kilómetros al sur este del distrito de Puno, frente a la isla de Taquile y la península de Capachica, siendo sus límites, por el Norte: Lago Titicaca y comunidad de Luquina Chico, por el Sur con la comunidad de Churo, por el Este con el Lago Titicaca y por el Oeste con la comunidad de Luquina Grande, con una superficie de 165 hectáreas.

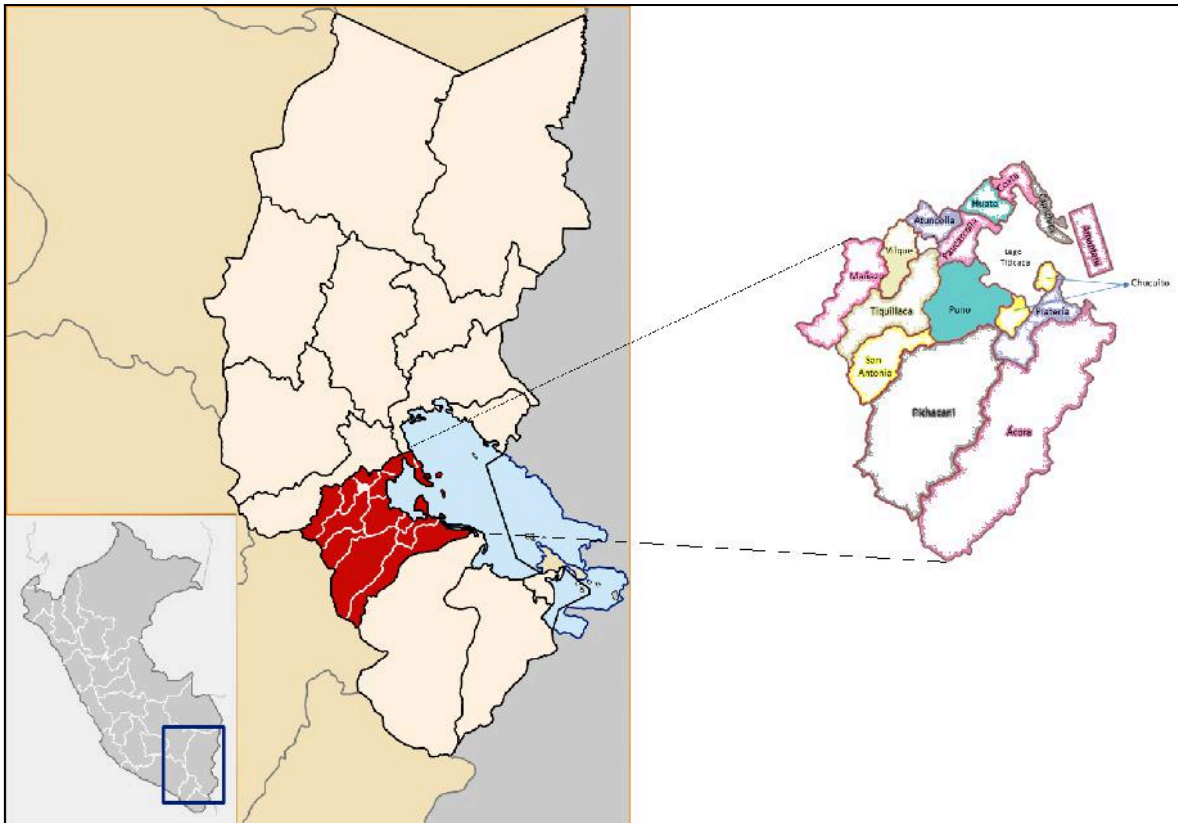


**Figura 02.** Ubicación referencial de la Comunidad de Karina en la península de Chucuito.

**Fuente:** Imagen adaptada del servidor de google maps.

**3.2.2. Ubicación Política:**

- Departamento: Puno.
- Provincia: Puno.
- Distrito: Chucuito.
- Localidad: Comunidad de Karina.



**Figura 03:** Ubicación del Distrito de Chucuito en la provincia de Puno.

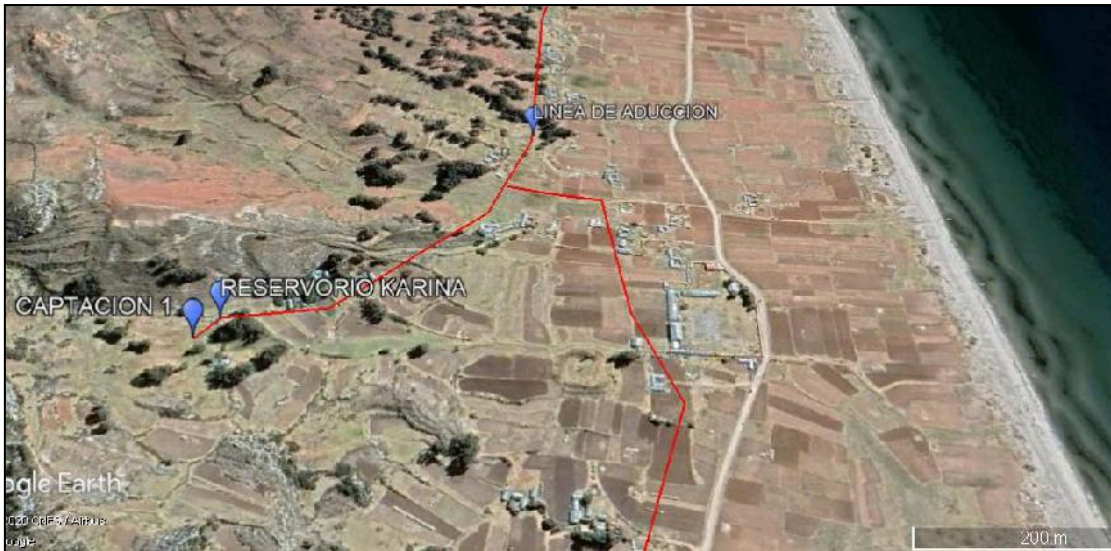
### 3.2.3. Posición Geográfica:

- ALTITUD: 3820 m.s.n.m.
- LATITUD: 15°79'.
- LONGITUD: 69°80'.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

### 3.2.1 POBLACIÓN.

La población está conformada por todo el cuerpo de agua proveniente de la fuente de captación que alimenta el reservorio de la comunidad de Karina



**Figura 04:** Ubicación de la fuente de captación de agua.

**Fuente:** Imagen adaptada del servidor de google maps.

### 3.2.2 MUESTRA.

En la presente investigación se ha utilizado como información de los años años 2020 a 2022 los análisis de laboratorio existentes, por lo que sólo a sido necesario obtener muestras y su respectivo análisis para el año 2023, muestra que ha sido de tipo puntual, es decir se realizó en un solo punto, para ello se ha aprovechado una salida que tiene la pileta en la parte superficial de su estructura:

**Tabla 01:** Descripción del punto donde se tomará la muestra.

| N° | Nombre                 | COORDENADAS UTM                         |
|----|------------------------|---|
| 1  | Punto Muestral 1 (PM1) | ZONA 19S,ESTE: 413610<br>NORTE: 8252958 |

Dicha muestra estuvo conformada por **1.5 litros** de agua, separadas de la siguiente forma:

- 05 Litros en envase de vidrio para el análisis microbiológico.
- 01 Litro en envase PET para análisis fisicoquímico.

Para la información de los años 2020 a 2022, los análisis de calidad de agua han sido proporcionados por los dirigentes de la comunidad de Karina, los cuales fueron realizados mediante Análisis de Laboratorio.

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.3.1. Enfoque de la Investigación.**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que los resultados son numéricos o valores, pues los parámetros se miden en cantidades dependiendo de cada una de sus unidades.

#### **3.3.2. Tipo de investigación**

Es de tipo **Descriptivo**, para Hernández et al. (2018) el estudio de tipo descriptivo busca especificar las características, propiedades y perfiles de elementos, personas, agrupaciones o grupos, las comunidades, procedimientos y por último cualquier otro evento que pueda someterse a análisis.

#### **3.3.3. Diseño de investigación**

La investigación presente es de tipo **No experimental**, pues en el trabajo no se llega a manipular ninguna variable de investigación, que de acuerdo a Hernández et al. (2018) en éste tipo de trabajo no se debe manipular la variable independiente y es lo que ocurre en la presente investigación.

#### **3.3.4. Metodología para el desarrollo de la Investigación.**

**Para la Determinación de los Parámetros microbiológicos y fisicoquímicos.**

- **Muestreo del Agua.**

El muestreo del agua ha sido puntual, por ende para éste proceso se ha seguido estrictamente las pautas establecidas en el Protocolo Nacional de la calidad de los Recursos Hídricos – ANA establecidas en el año 2011.

- **Ejecución del Programa de campo:**

Las muestras recopiladas han sido iniciadas con la preparación de todos los materiales a utilizar, teniendo cuidado de que las muestras no sean contaminadas y así se pueda

reflejar un análisis más exacto, por ello se ha verificado que se cuente con todos los elementos necesarios.

- **Recopilación de Información.**

Al llegar al punto de muestreo se hizo una observación previa del lugar y se ha continuado con los siguientes pasos:

- Se ha tomado lectura de las coordenadas UTM del punto de muestreo y se anotaron respectivamente.
- Se prepararon los frascos que han utilizado conforme con la lista de parámetros que se evaluaron.
- Se ha procedido con el rotulado de todos los frascos de la etapa anterior, y para su traslado se ha tenido cuidado en que no se derramen el agua de las muestras ni tampoco sufra agitación o se calienten.
- Se han almacenado las muestras en recipientes de característica térmica (denominados cooler) ello con la finalidad de que no se rompa el envase.
- Por último se ha trasladado hacia el laboratorio las muestras a utilizarse, cumpliéndolo con ello toda la cadena de custodia.

**Para la Determinación de la calidad del agua de los Parámetros Microbiológicos.**

La determinación de la calidad del agua se realizó comparando los resultados de los análisis de laboratorio de los años 2020 al 2023, a nivel de parámetros fisicoquímicos; con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua (MINAM, 2017). Los Parámetros a medir serán los siguientes:



**Tabla 02:** Parámetros Microbiológicos.

| <b>N°</b> | <b>Denominación</b>               | <b>Unidades</b> |
|-----------|-----------------------------------|-----------------|
| 1         | OVL-Copépodos                     | Org./L          |
| 2         | Escherichia coli                  | NMP/100ml       |
| 3         | Coliformes Totales                | NMP/100ml       |
| 4         | Coliformes Termotolerantes        | NMP/100ml       |
| 5         | Heterótrofos en Placa             | ufc/ml          |
| 6         | Huevos de Helmintos               | Huevos/L        |
| 7         | Larvas de Helmintos               | Org./L          |
| 8         | Quistes de Protozoarios patógenos | Quistes/L       |
| 9         | OVL-Nemátodos                     | Org./L          |
| 10        | OVL-Protozoarios                  | Org./L          |
| 11        | OVL-Rotíferos                     | Org./L          |
| 12        | OVL-Algas                         | Org./L          |

**Para la Determinación de la calidad del agua de los Parámetros Físicoquímicos.**

La determinación de la calidad del agua se realizó comparando los resultados de los análisis de laboratorio de los años 2020 al 2023, a nivel de parámetros físicoquímicos; con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua (MINAM, 2017). Los Parámetros a medir fueron los siguientes:

**Tabla 03:** Parámetros Fisicoquímicos.

| <b>N°</b> | <b>Denominación</b>       | <b>Unidades</b> |
|-----------|---------------------------|-----------------|
| 1         | Cloro Libre               | mg/L            |
| 2         | Turbidez                  | NTU             |
| 3         | Sólidos Totales Disueltos | mg/L            |
| 4         | pH                        | U de pH         |
| 5         | Dureza total              | mg/L            |
| 6         | Conductividad             | uS/cm           |
| 7         | Cloro Total               | mg/L            |
| 8         | Cianuro total             | mg/L            |
| 9         | Color                     | u de color      |

### **3.3.7. Materiales.**

#### **Materiales de campo.**

- Material cartográfico.
- Tablero.
- Cuaderno de campo.
- Lapicero
- Guantes desechables.
- Libreta de campo
- Protector facial
- Mascarilla quirúrgica

#### **Equipos e instrumentos.**

- GPS.
- Cámara fotográfica
- Computadora laptop

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

**Tabla 04:** Identificación de variables.

| Variable                          | Dimensión                          | Indicador           | Escala de medición | Categoría y valores |       |           |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------|-----------|
| Independiente<br>Calidad del Agua | Parámetros<br>Físicos<br>Químicos. | Cloro Libre         | ECA                | del Cumple          |       |           |
|                                   |                                    | Turbidez            | Agua               | No Cumple           |       |           |
| Agua                              | Químicos.                          | Sólidos Totales     |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Disueltos           |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | pH                  |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Dureza total        |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Conductividad       |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Cloro Total         |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Cianuro total       |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Colo                |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    |                     | Parámetros         | OVL-Copéodos        | Razón | No Varía  |
|                                   |                                    |                     | Microbiológicos.   | Escherichia coli    |       | Aumenta   |
|                                   |                                    |                     |                    | Coliformes Totales  |       | Disminuye |
|                                   |                                    |                     |                    | Coliformes          |       |           |
|                                   |                                    |                     |                    | Termotolerantes     |       |           |
|                                   | Heterótrofos en Placa              |                     |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Huevos de Helmintos |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Larvas de Helmintos |                    |                     |       |           |
|                                   |                                    | Quistes             | de                 |                     |       |           |

---

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
|                    | Protozoarios          |
|                    | patógenos             |
|                    | OVL-Nemátodos         |
|                    | OVL-Protozoarios      |
|                    | OVL-Rotíferos         |
|                    | OVL-Algas             |
| <b>Dependiente</b> | Tendencia             |
| Análisis           | Ecuación basada en el |
| Temporal           | método analítico de   |
|                    | mínimos cuadrados.    |

---

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.

Una vez determinada la calidad de agua para el periodo 2020 al 2023, se realizará dos proceso estadísticos:

- De comparación de conjunto de datos, utilizando los coeficientes de correlación de Pearson; para ello se estableció un conjunto de datos  $C_{\text{año}}$  el cual estuvo conformado por una colección de todos los parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos por año; este conjunto de datos fué comparado con cada uno de los otros conjuntos cuyo año era diferente.
- De tendencia de datos; se ha utilizado los resultados del periodo 2020 a 2023 y mediante el método analítico de mínimos cuadrados, logarítmicos, exponencial y polinomial, se ha encontrado una tendencia y así mismo se ha determinado la ecuación que la represente.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DEL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.

En éste apartado se muestra los resultados de la calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno. Debemos de aclarar que para el año 2021, no se han podido recabar los análisis respectivos, debido a que no se realizaron los análisis para éste año .

**Tabla 05:** Parámetros microbiológicos, del 2020 al 2023.

| N° | PARÁMETROS                           | Medida      | 2020  | 2021 | 2022  | 2023  |
|----|--------------------------------------|-------------|-------|------|-------|-------|
| 1  | OVL-Copépodos                        | Org./L      | < 1   |      | < 1   | < 1   |
| 2  | Escherichia coli                     | NMP/100ml   | < 1.8 |      | < 1.8 | < 1.8 |
| 3  | Coliformes Totales                   | NMP/100ml   | < 1.8 |      | < 1.8 | 7.8   |
| 4  | Coliformes<br>Termotolerantes        | NMP/100ml   | < 1.8 |      | < 1.8 | < 1.8 |
| 5  | Heterótrofos en Placa                | ufc/ml      | < 1   |      | 260   | 98    |
| 6  | Huevos de Helmintos                  | Huevos/L    | < 1   |      | < 1   | < 1   |
| 7  | Larvas de Helmintos                  | Org./L      | < 1   |      | < 1   | < 1   |
| 8  | Quistes<br>Protozoarios<br>patógenos | deQuistes/L | < 1   |      | < 1   | < 1   |
| 9  | OVL-Nemátodos                        | Org./L      | < 1   |      | < 1   | < 1   |
| 10 | OVL-Protozoarios                     | Org./L      | 40225 |      | 5035  | 9220  |
| 11 | OVL-Rotíferos                        | Org./L      | < 1   |      | < 1   | < 1   |
| 12 | OVL-Algas                            | Org./L      | < 1   |      | < 1   | < 1   |

Se debe mencionar que los resultados de la tabla 05, han sido transcritos de los análisis del Laboratorio BHIOS el cual está acreditado por INACAL con registro N° LE-055 (Ver Anexos 03, 04 y 05).

Ahora compararemos los valores de la tabla 05, con los valores del ECA del Agua establecidos en el D.S.-004-2017-MINAM (Ver Anexos 02)

**Tabla 06:** Evaluación de los parámetros microbiológicos respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

| N° | PARÁMETROS                        | ECA | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----|-----------------------------------|-----|------|------|------|------|
| 1  | OVL-Copépodos                     | 0.5 | NO   |      | NO   | NO   |
| 2  | Escherichia coli                  | 0.0 | NO   |      | NO   | NO   |
| 3  | Coliformes Totales                | 50  | SI   |      | SI   | SI   |
| 4  | Coliformes Termotolerantes        | 20  | SI   |      | SI   | SI   |
| 5  | Heterótrofos en Placa             | 0   | NO   |      | NO   | NO   |
| 6  | Huevos de Helmintos               | 0   | NO   |      | NO   | NO   |
| 7  | Larvas de Helmintos               | 0   | NO   |      | NO   | NO   |
| 8  | Quistes de Protozoarios patógenos | 0   | NO   |      | NO   | NO   |
| 9  | OVL-Nemátodos                     | 0   | NO   |      | NO   | NO   |
| 10 | OVL-Protozoarios                  | 0   | NO   |      | NO   | NO   |
| 11 | OVL-Rotíferos                     | 0   | NO   |      | NO   | NO   |
| 12 | OVL-Algas                         | 0   | NO   |      | NO   | NO   |

Los resultados de la tabla 06, nos muestra que en general de manera uniforme desde los año 2020 al 2023 a excepción de los parámetros: Coliformes Totales, y Coliformes Termotolerantes, se puede afirmar que el agua del manantial de Karina no cumple con el ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, por lo que no estarían aptas para ser consideradas en ésta categoría.

**Tabla 07:** Evaluación de los parámetros microbiológicos respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

| N° | PARÁMETROS                     | ECA       | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----|--------------------------------|-----------|------|------|------|------|
| 1  | OVL-Copépodos                  | 1.7       | SI   |      | SI   | SI   |
| 2  | Escherichia coli               | NO APLICA | SI   |      | SI   | SI   |
| 3  | Coliformes Totales             | NO APLICA | SI   |      | SI   | SI   |
| 4  | Coliformes Termotolerantes     | 2000      | SI   |      | SI   | SI   |
| 5  | Heterótrofos en Placa          | 5000000   | SI   |      | SI   | SI   |
| 6  | Huevos de Helmintos            | 5000000   | SI   |      | SI   | SI   |
| 7  | Larvas de Helmintos            | 5000000   | SI   |      | SI   | SI   |
| 8  | Quistes Protozoarios patógenos | de5000000 | SI   |      | SI   | SI   |
| 9  | OVL-Nemátodos                  | 5000000   | SI   |      | SI   | SI   |
| 10 | OVL-Protozoarios               | 5000000   | SI   |      | SI   | SI   |
| 11 | OVL-Rotíferos                  | 5000000   | SI   |      | SI   | SI   |
| 12 | OVL-Algas                      | 5000000   | SI   |      | SI   | SI   |

De acuerdo a los resultados de la tabla 07, se puede concluir rotundamente que el agua del manantial Karina, para el ECA del agua de la Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, si corresponde su



utilización, por lo que bajo tratamiento convencional éste agua si puede ser utilizada para el consumo humano.

#### 4.2. RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DEL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.

En éste apartado se muestra los resultados de la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno.

**Tabla 08:** Parámetros microbiológicos.

| Nº | PARÁMETROS      | Medida     | 2020   | 2021 | 2022   | 2023   |
|----|-----------------|------------|--------|------|--------|--------|
| 1  | Cloro Libre     | mg/L       | ND     |      | < 0.02 | < 0.02 |
| 2  | Turbidez        | NTU        | 0.39   |      | 0.31   | 0.15   |
| 3  | Sólidos Totales | mg/L       | 388    |      | 385    | 375    |
|    | Disueltos       |            |        |      |        |        |
| 4  | pH              | U de pH    | 7.2    |      | 7.1    | 7.4    |
| 5  | Dureza total    | mg/L       | 414.34 |      | 421.34 | 415.19 |
| 6  | Conductividad   | uS/cm      | 729    |      | 733    | 720    |
| 7  | Cloro Total     | mg/L       | 0.51   |      | < 0.02 | < 0.02 |
| 8  | Cianuro total   | mg/L       | <0.01  |      | < 0.01 | < 0.01 |
| 9  | Color           | u de color | <0.01  |      | < 0.5  | < 0.5  |

Debemos mencionar que los resultados de la tabla 05, han sido transcritos de los análisis del Laboratorio BHIOS el cual está acreditado por INACAL con registro N° LE-055 (Ver Anexos 03, 04 y 05).

**Tabla 09:** Evaluación de los parámetros fisicoquímicos respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

| N° | PARÁMETROS                   | ECA       | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----|------------------------------|-----------|------|------|------|------|
| 1  | Cloro Libre                  | ND        | ND   |      | ND   | ND   |
| 2  | Turbidez                     | 5         | SI   |      | SI   | SI   |
| 3  | Sólidos Totales<br>Disueltos | 1000      | SI   |      | SI   | SI   |
| 4  | pH                           | 6.5 - 8.5 | SI   |      | SI   | SI   |
| 5  | Dureza total                 | 500       | SI   |      | SI   | SI   |
| 6  | Conductividad                | 1500      | SI   |      | SI   | SI   |
| 7  | Cloro Total                  | 250       | SI   |      | SI   | SI   |
| 8  | Cianuro total                | 0.07      | SI   |      | SI   | SI   |
| 9  | Color                        | 15        | SI   |      | SI   | SI   |

Como puede apreciarse en los resultados de la tabla 09, el resultado es contundente, pues se cumple con todos los parámetros fisicoquímicos del ECA del agua, por lo que se considera que se puede utilizar el agua del manantial de Karina como agua que puede ser potabilizada con desinfección.

**Tabla 10:** Evaluación de los parámetros fisicoquímicos respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

| N° | PARÁMETROS                   | ECA       | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----|------------------------------|-----------|------|------|------|------|
| 1  | Cloro Libre                  | ND        | ND   |      | ND   | ND   |
| 2  | Turbidez                     | 5         | SI   |      | SI   | SI   |
| 3  | Sólidos Totales<br>Disueltos | 1000      | SI   |      | SI   | SI   |
| 4  | pH                           | 5.5 - 9.0 | SI   |      | SI   | SI   |
| 5  | Dureza total                 | NO APLICA | SI   |      | SI   | SI   |
| 6  | Conductividad                | 1600      | SI   |      | SI   | SI   |
| 7  | Cloro Total                  | 250       | SI   |      | SI   | SI   |
| 8  | Cianuro total                | NO APLICA | SI   |      | SI   | SI   |
| 9  | Color                        | 100       | SI   |      | SI   | SI   |

De manera similar en los resultados de la tabla 10, se puede apreciar un cumplimiento al 100% de los parámetros fisicoquímicos del ECA del agua en la Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, por que como era obvio también se pueden utilizar el agua en ésta categoría pero con un tratamiento convencional.

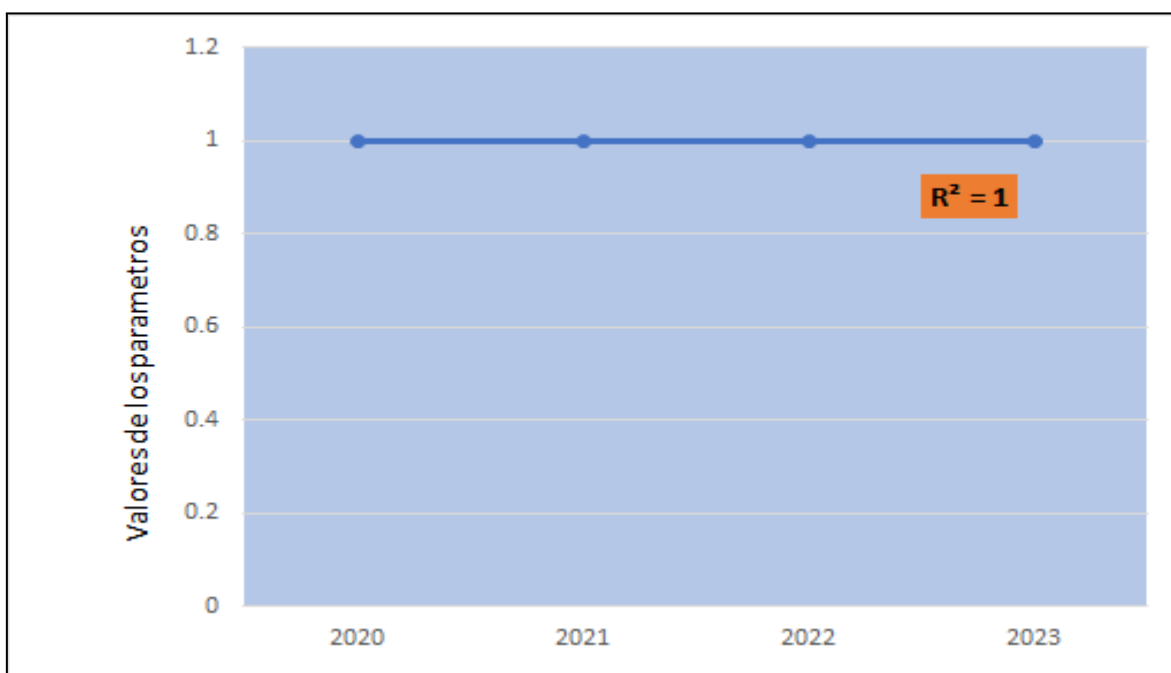
#### **4.3. ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, PERIODO 2020 - 2023 DE LA COMUNIDAD KARINA DEL DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO.**

De la misma manera que se ha realizado el análisis por parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

##### **4.3.1 Análisis temporal de la calidad microbiológica del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno.**

Debido a que los resultados de laboratorio han sido los mismos para algunos parámetros, los agrupamos para simplificar los análisis.

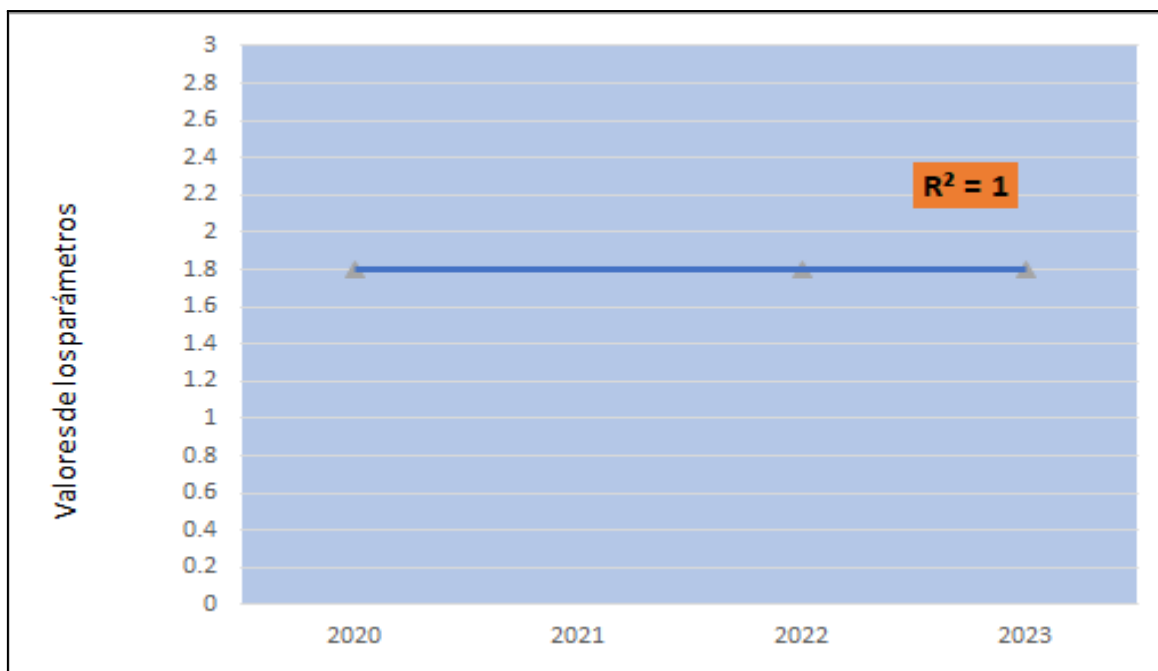
- Análisis temporal de los parámetros: OVL-Copépodos, Huevos de Helmintos, Larvas de Helmintos, Quistes de Protozoarios patógenos, OVL-Nemátodos, OVL-Rotíferos y OVL-Algas.



**Figura 05:** Tendencia de los parámetros: OVL-Copépodos, Huevos de Helmintos, Larvas de Helmintos, Quistes de Protozoarios patógenos, OVL-Nemátodos, OVL-Rotíferos y OVL-Algas.

La figura 05 nos muestra una tendencia lineal de los datos relacionados a los parámetros: OVL-Copépodos, Huevos de Helmintos, Larvas de Helmintos, Quistes de Protozoarios patógenos, OVL-Nemátodos, OVL-Rotíferos y OVL-Algas, lo que significa que para años futuros el valor seguirá siendo menor igual a 1 como lo ha venido siendo hasta ahora.

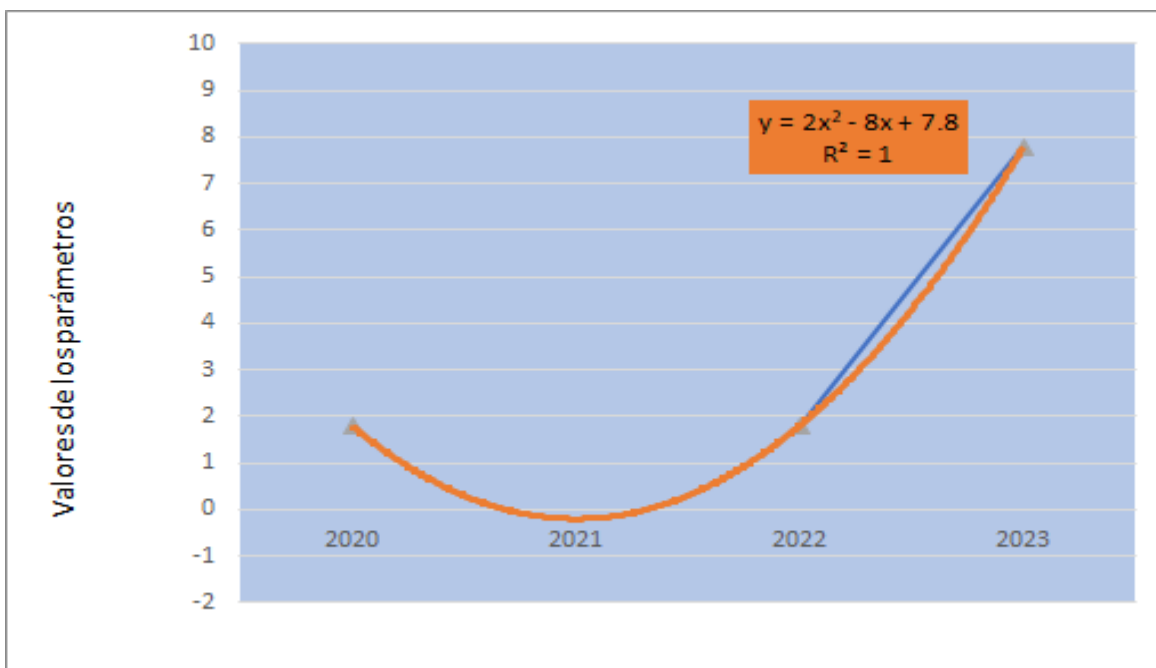
- Análisis temporal de los parámetros: Escherichia coli, Coliformes Termotolerantes.



**Figura 06:** Tendencia de los parámetros: Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes.

La figura 06 también muestra una tendencia lineal de los datos relacionados a los parámetros: Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes, lo que significa que para años futuros el valor seguirá siendo igual a 1.8 , sin existir variaciones significativas.

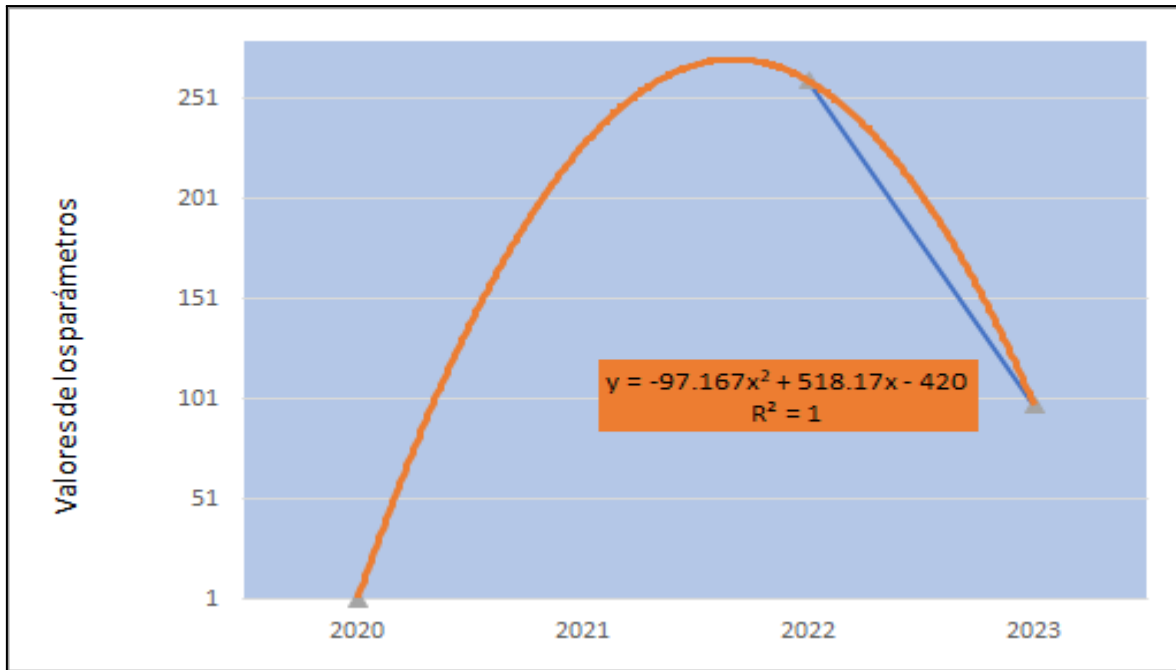
- Análisis temporal del parámetro: Coliformes totales.



**Figura 07:** Tendencia de los parámetros: Coliformes totales.

La figura 07 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación :  $y = 2x^2 - 8x + 7.8$  para el parámetro: Coliformes Totales, mostrando una tendencia al incremento de manera muy pronunciada, lo que hace predecir que el parámetro tiene a elevar su valor en el futuro.

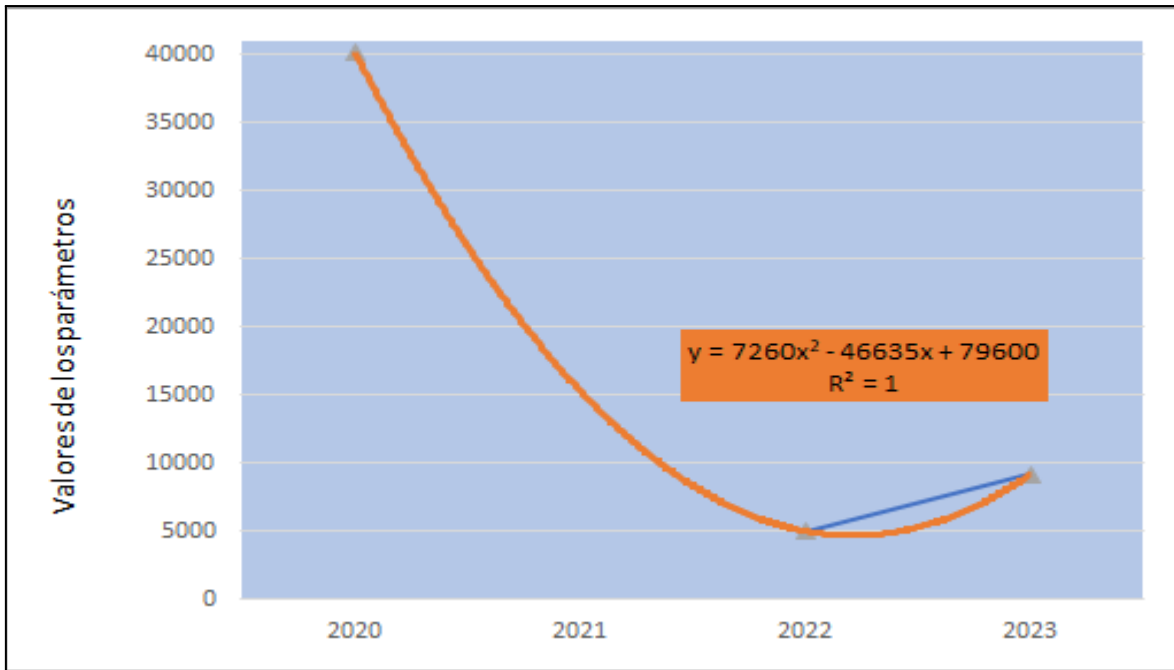
- Análisis temporal del parámetro: Heterótrofos en Placa.



**Figura 08:** Tendencia del parámetro: Heterótrofos en Placa.

La figura 08 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación :  $y = -97.1672x^2 + 518.17x - 420$  para el parámetro: Heterótrofos en Placa, mostrando una tendencia al decremento de manera muy pronunciada, lo que hace predecir que el parámetro tiende a disminuir su valor en el futuro.

- Análisis temporal del parámetro: OVL-Protozoarios.



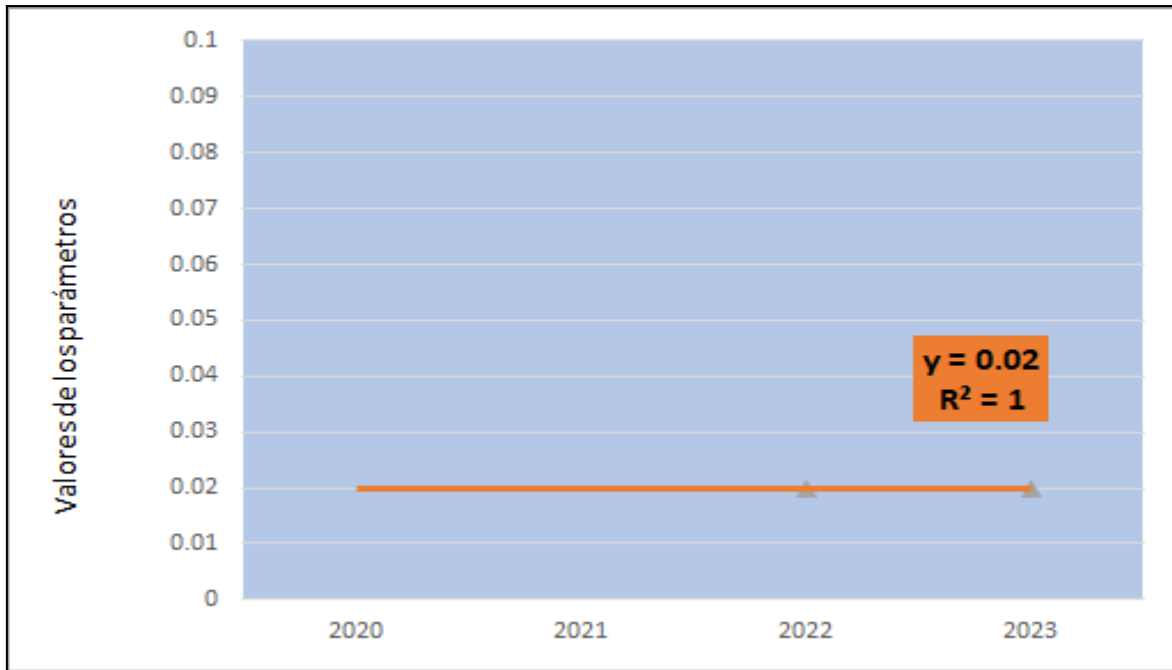
**Figura 09:** Tendencia del parámetro: OVL-Protozoarios.

La figura 09 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación :  $y = 7260x^2 + 46635x + 79600$  para el parámetro: OVL-Protozoarios, lo cual de acuerdo a las curvas de la ecuación se podría decir que hubo un decremento en el 2022 y volvió a incrementarse en el 2023, mostrando una tendencia al final de incremento de su valor.

#### **4.3.2 Análisis temporal de la calidad fisicoquímica del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno.**

- Análisis temporal del parámetro: Cloro Libre.

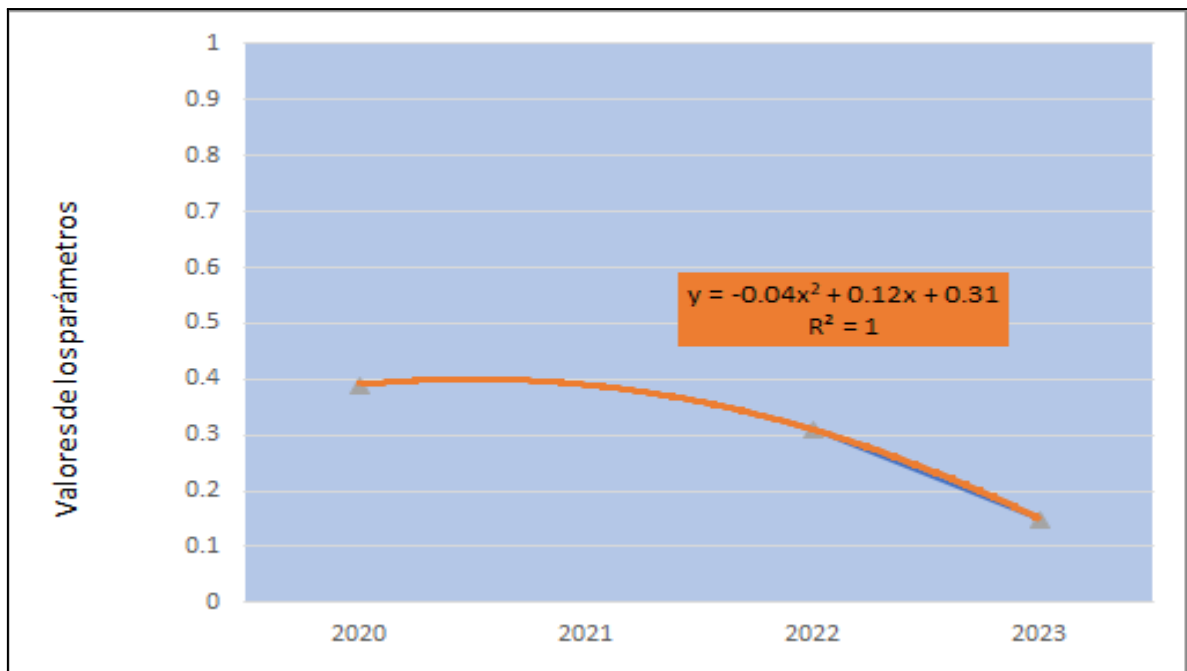




**Figura 10:** Tendencia del parámetro: Cloro Libre.

La figura 10 muestra una tendencia lineal correspondiente a una recta de valor igual a 0.02 para el parámetro: cloro Libre, lo cual manifiesta su continuidad en valor en el tiempo, pudiendo concluirse que éste valor no cambiará en el futuro.

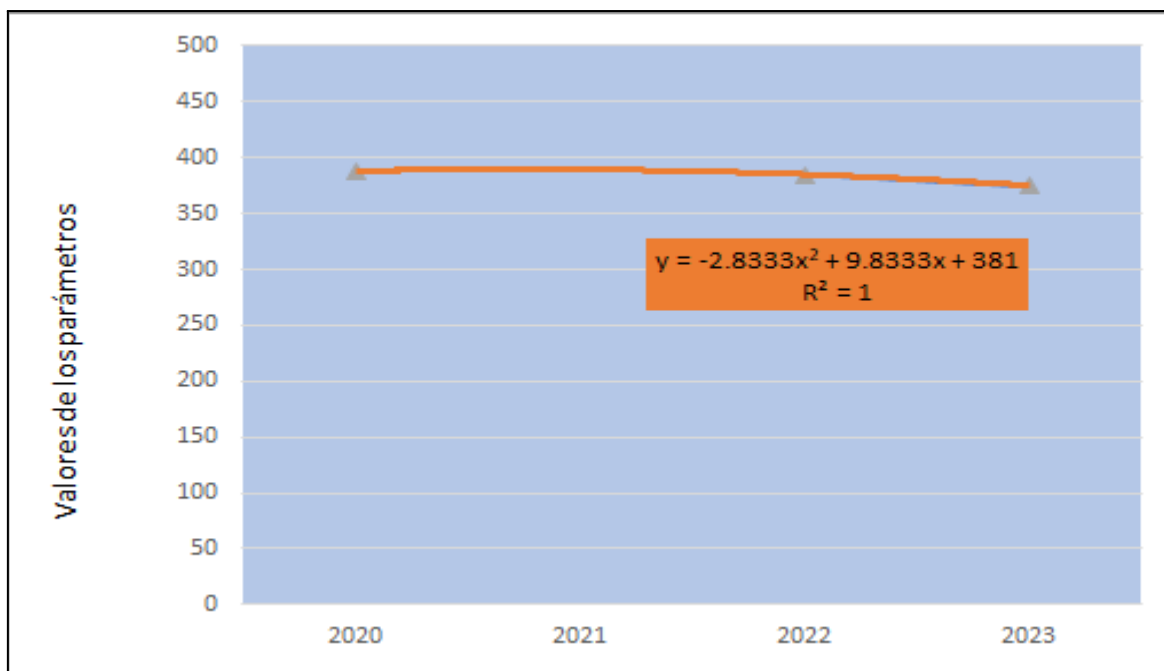
- Análisis temporal del parámetro: Turbidez.



**Figura 11:** Tendencia del parámetro: Turbidez.

La figura 11 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación  $y = -0.04x^2 + 0.12x + 0.31$ , y que de acuerdo a la curva se puede identificar un descenso en el valor de éste parámetro, pudiéndose indicar que en el futuro el valor desciende.

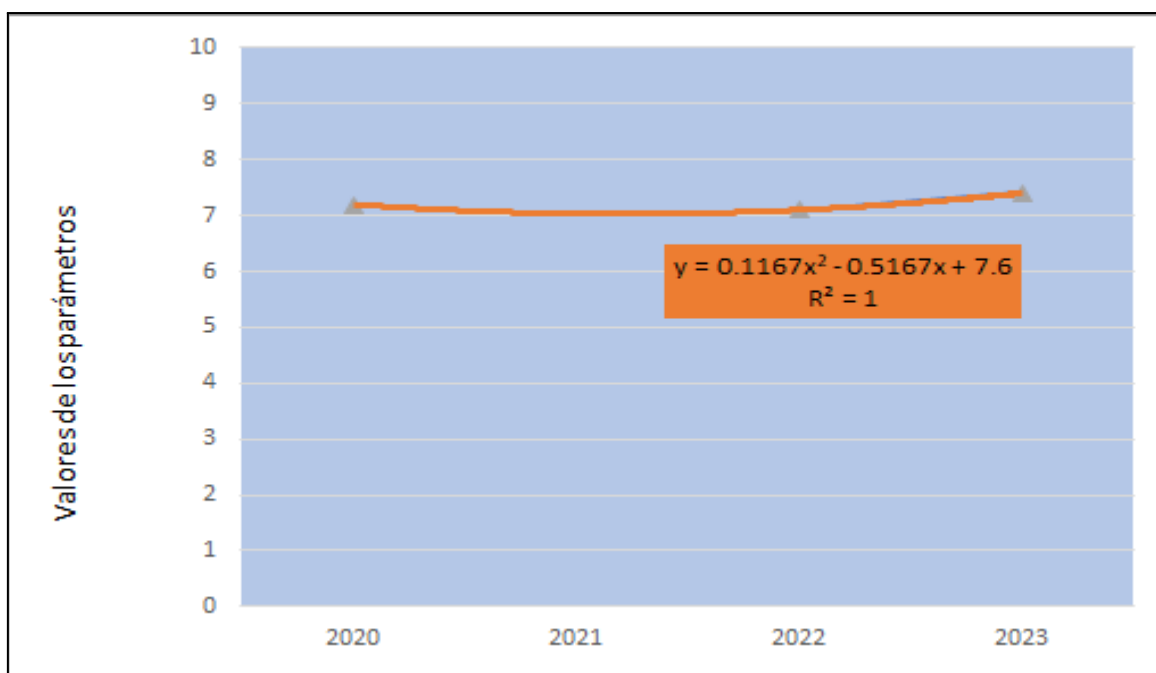
- Análisis temporal del parámetro: Sólidos Totales Disueltos.



**Figura 12:** Tendencia del parámetro: Sólidos Totales Disueltos.

La figura 12 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación  $y = -2.8333x^2 + 9.8333x + 381$ , y que de acuerdo a la curva se puede identificar un leve descenso en el valor del parámetro: Sólidos Totales Disueltos, lo que nos permite predecir en el futuro un leve descenso de éste valor.

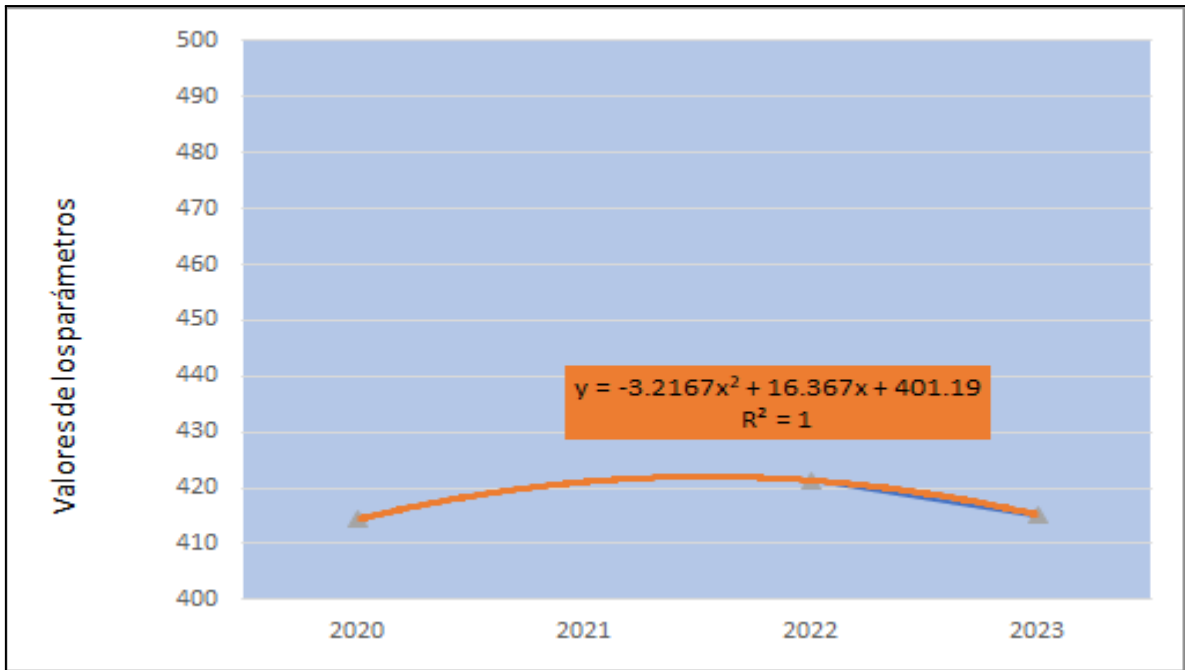
- Análisis temporal del parámetro: pH.



**Figura 13:** Tendencia del parámetro: pH.

La figura 13 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación  $y = 0.1167x^2 - 0.5167x + 7.6$ , y que de acuerdo a la curva se puede identificar un leve incremento en el valor de éste parámetro, lo que nos permite predecir en el futuro un leve ascenso en el parámetro del pH.

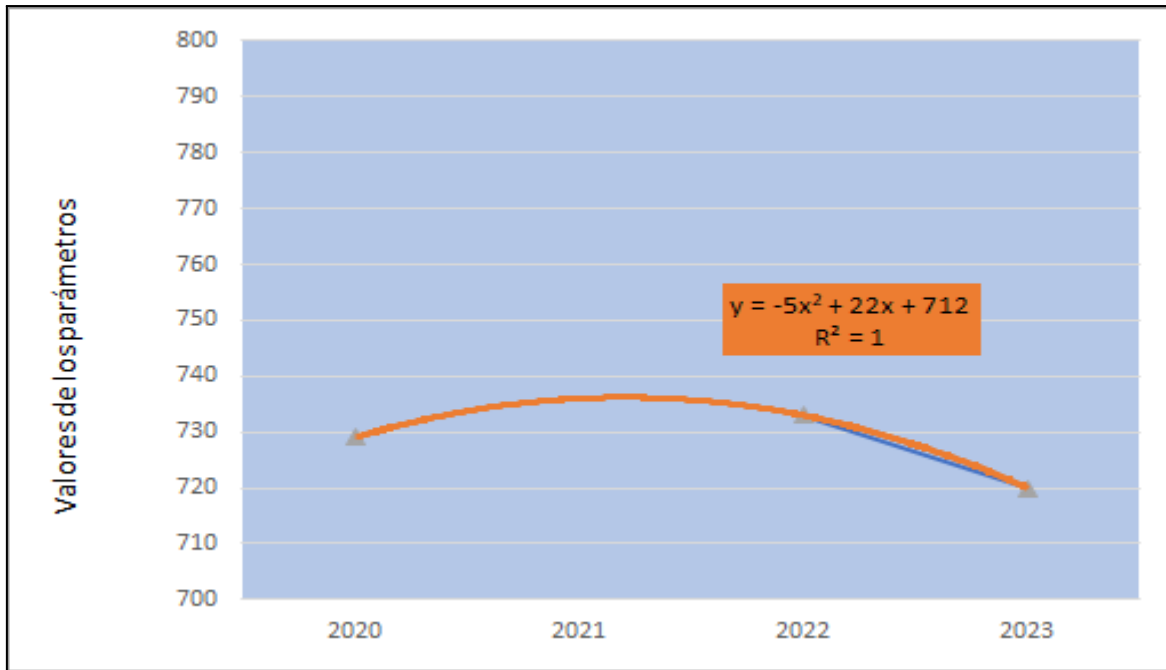
- Análisis temporal del parámetro: Dureza total.



**Figura 14:** Tendencia del parámetro: Dureza total.

La figura 14 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación  $y = -3.2167x^2 - 16.367x + 401.19$ , y que de acuerdo a la curva se puede identificar una variación de ascenso en el 2022 y luego un descenso, no se podría precisar debido a los pocos datos, pero la tendencia al final del 2023 es la disminución de éste valor.

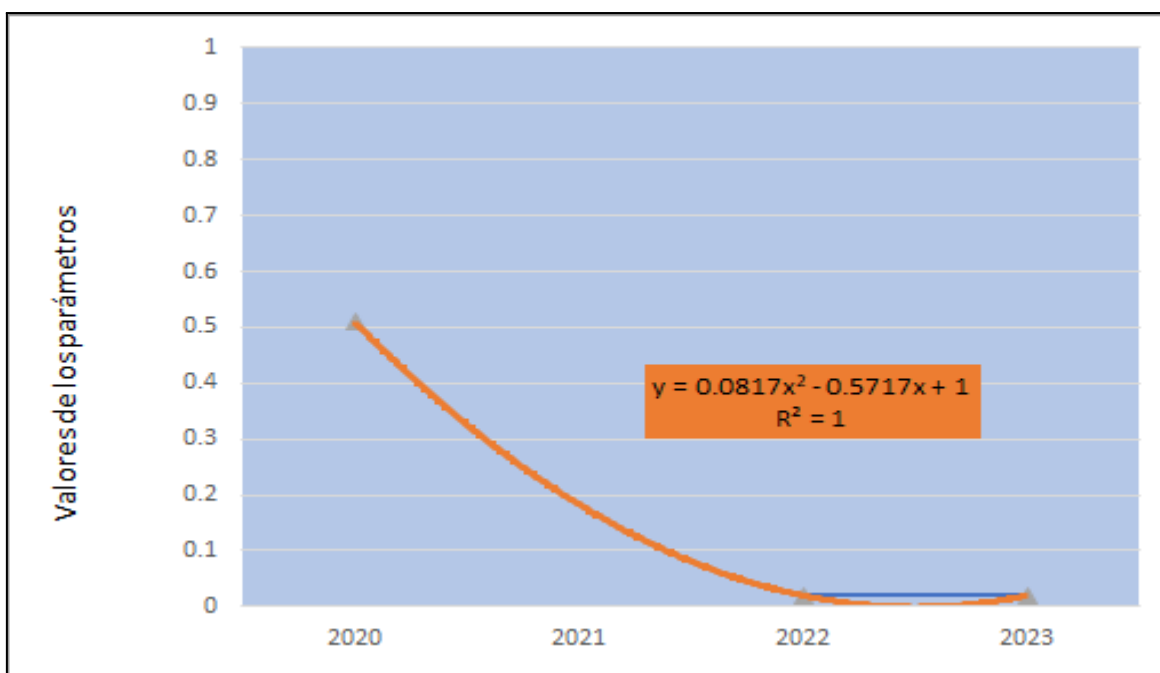
- Análisis temporal del parámetro: Conductividad.



**Figura 15:** Tendencia del parámetro: Conductividad.

La figura 15 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación  $y = -5x^2 - 22x + 712$ , y que de acuerdo a la curva se puede identificar una variación de ascenso en el 2022 y luego un descenso, no se podría precisar debido a los pocos datos, pero la tendencia al final del 2023 es la disminución leve de éste valor.

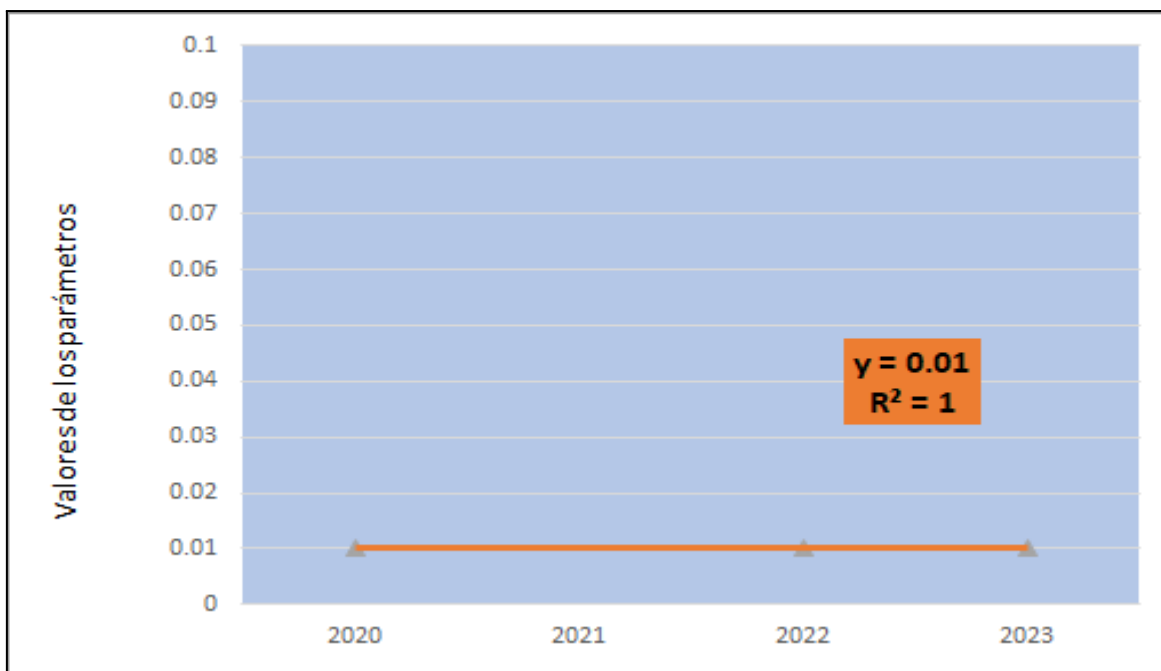
- Análisis temporal del parámetro: Cloro Total.



**Figura 16:** Tendencia del parámetro: Cloro Total.

La figura 16 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación  $y = 0.0817x^2 - 0.5717x + 1$ , y que de acuerdo a la curva se puede observar un descenso del 2020 a 2022 pero luego una estabilización del valor del parámetro: Cloro Total, y que de acuerdo a éste comportamiento se esperaría en el futuro que el valor no varíe respecto al año 2023.

- Análisis temporal del parámetro: Cianuro total.

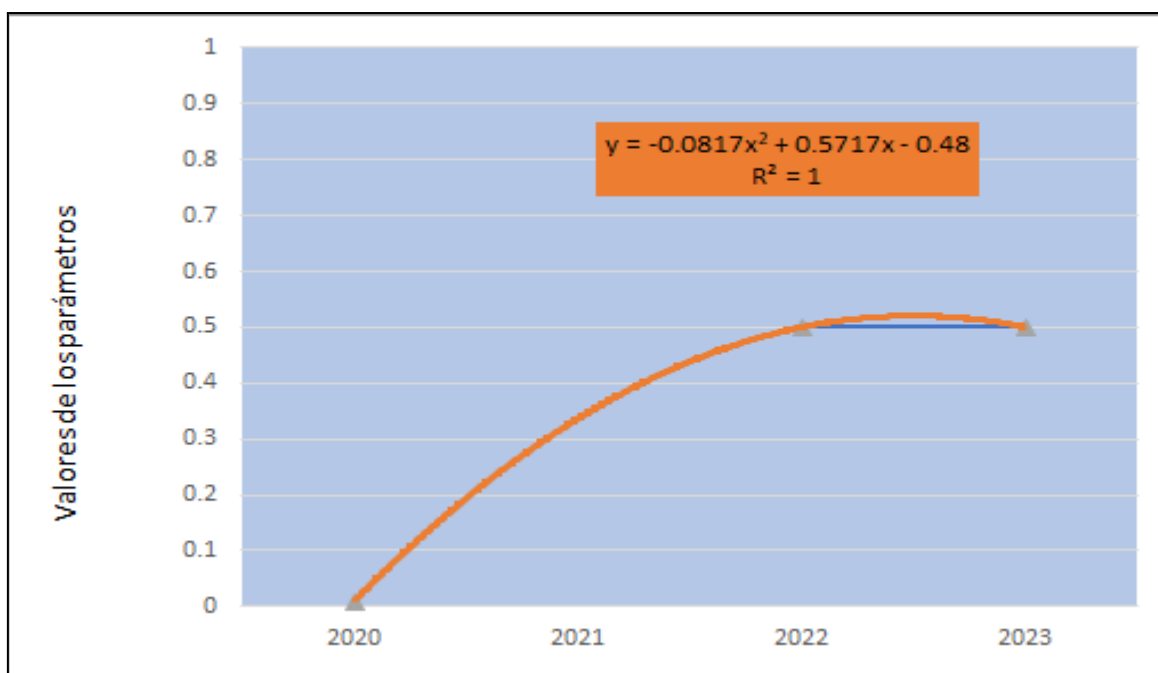


**Figura 17:** Tendencia del parámetro: Cianuro total.

La figura 15 muestra una tendencia lineal correspondiente a la ecuación  $y = 0.01$  lo que se puede interpretar de que el valor no cambia con el transcurso de los años, pues de acuerdo a ésta figura el valor del parámetro Cianuro total, no va a cambiar para el año 2024.

- Análisis temporal del parámetro: Color.





**Figura 18.** Tendencia del parámetro: Color.

La figura 18 muestra una tendencia polinómica correspondiente a la ecuación  $y = -0.0817x^2 + 0.5717x - 0.48$ , interpretándose que el valor se ha incrementado del 2020 al 2023, sin embargo muestra una estabilidad en los 2 últimos años, por lo que parece estabilizarse el valor del parámetro: Color del agua y se puede predecir que será menor a 0.5.

**Tabla 11:** Resumen de las tendencias de los valores de los parámetros de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la comunidad de Karina.

| N°                     | Parámetros                        | Medida     | Tendencia  |
|------------------------|-----------------------------------|------------|------------|
| <b>Microbiológicos</b> |                                   |            |            |
| 1                      | OVL-Copépodos                     | Org./L     | Constante  |
| 2                      | Escherichia coli                  | NMP/100ml  | Constante  |
| 3                      | Coliformes Totales                | NMP/100ml  | Incremento |
| 4                      | Coliformes Termotolerantes        | NMP/100ml  | Constante  |
| 5                      | Heterótrofos en Placa             | ufc/ml     | Decremento |
| 6                      | Huevos de Helmintos               | Huevos/L   | Constante  |
| 7                      | Larvas de Helmintos               | Org./L     | Constante  |
| 8                      | Quistes de Protozoarios patógenos | Quistes/L  | Constante  |
| 9                      | OVL-Nemátodos                     | Org./L     | Constante  |
| 10                     | OVL-Protozoarios                  | Org./L     | Incremento |
| 11                     | OVL-Rotíferos                     | Org./L     | Constante  |
| 12                     | OVL-Algas                         | Org./L     | Constante  |
| <b>Fisicoquímicos</b>  |                                   |            |            |
| 1                      | Cloro Libre                       | mg/L       | Constante  |
| 2                      | Turbidez                          | NTU        | Decremento |
| 3                      | Sólidos Totales Disueltos         | mg/L       | Decremento |
| 4                      | pH                                | U de pH    | Incremento |
| 5                      | Dureza total                      | mg/L       | Decremento |
| 6                      | Conductividad                     | uS/cm      | Decremento |
| 7                      | Cloro Total                       | mg/L       | Constante  |
| 8                      | Cianuro total                     | mg/L       | Constante  |
| 9                      | Color                             | u de color | Constante  |

Como podemos observar en el resumen mostrado en la tabla 11, de los 21 parámetros analizados; una minoría igual a 3 parámetros que hacen un 14% del total tienen una tendencia al “incremento”, le sigue con 5 parámetros que hacen un 24% los cuales tienen una tendencia al “decremento” y con una mayoría igual al 62% que corresponde a 13 parámetros tienen una tendencia a ser “constantes”, es decir que se podría concluir que el agua del sistema de abastecimiento de la comunidad de Karina tienen una tendencia a no variar en el tiempo.

#### **4.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.**

A nivel internacional Oleas (2018), hace un énfasis en el crecimiento de coliformes fecales en un 100%, al igual que en los resultados obtenidos, Escherichia coli, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, muestran una tendencia al incremento, lo cual es preocupante; sin embargo Gomez et al., (2020), ha encontrado variación en los parámetros fisicoquímicos como el oxígeno disuelto, pH, conductividad no hallando variación de los parámetros microbiológicos.

A nivel nacional: debemos coincidir con Mendoza (2018) en su investigación del agua superficial del centro poblado de Sacsamarca en el departamento de Ayacucho, pues los valores de los parámetros del agua han sido aceptables, por lo que cumplen con el ECA del agua, haciendo énfasis en los parámetros: fosfato y arsénico quienes muestran una tendencia al incremento; se debe mencionar que Odicio et al. (2021) en la Quebrada en Tushmo en Ucayali, Aguilar y Navarro (2018) en el distrito de Abancay, en ambos casos manifiestan que también se cumplen con los parámetros del ECA del agua.

En contraste a las comparaciones anteriores respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación, Turpo (2018) en muestras de agua realizados en el sector Chimú concluye que la tendencia es el no cumplimiento de los parámetros en general, inclusive manifiesta que el agua no debe ser para consumo humano, Gerónimo (2021) del análisis del agua en el manantial Aladino Mañazo manifiesta que el promedio de los parámetros si

cumplen con el ECA del agua a pesar que el parámetro Oxígeno Disuelto supera los valores del ECA del agua.

Sin embargo los resultados de Sandoval (2021) con muestras de los pozos tubulares en el Centro Poblado de Moro del distrito de Paucarcolla en Puno, sí hacen un énfasis en que coliformes termotolerantes estuvieron ausentes en las 5 muestras de los análisis, que es lo opuesto a los resultados hallados en éste parámetro.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, nos muestran que de 21 parámetros analizados: 3 parámetros que hacen un 14% del total tienen una tendencia al “incremento”, 5 parámetros que hacen un 24% los cuales tienen una tendencia al “decremento” y con una mayoría igual al 62% que corresponde a 13 parámetros tienen una tendencia a ser “constantes”, es decir que se podría concluir que el agua del sistema de abastecimiento de la comunidad de Karina tienen un tendencia a no variar en el tiempo.

**SEGUNDA:** La calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, según los resultados de los análisis nos muestra que respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; de 12 parámetros analizados, 10 no cumplen y solamente 2 si cumplen; respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, 10 si cumplen y los otros 2 no lo cumplen.

**TERCERA:** La calidad de los parámetros físico químicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, según los resultados de los análisis nos muestra que respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; de 9 parámetros analizados, todos cumplen con el ECA y respecto al ECA del agua, Categoría 1, subcategoría A - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, también todos cumplen con el ECA.

## RECOMENDACIONES

- A la municipalidad del distrito de Chucuito, como ente gerencial del sistema del agua para que pueda involucrarse de forma decisiva en el tratamiento del agua y el control de su calidad, puesto que es la única entidad capaz de gestionar el tratamiento de las aguas para el consumo humano.
- A los miembros de la JASS de la comunidad de Karina, que son los que directamente realiza el tratamiento del agua del manantial de Karina, que si bien de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación el agua resulta ser tratable para luego ser de consumo humano, el agua necesita de una atención en cuanto a su control de forma más técnica.
- A los investigadores de líneas de investigación afines al control de la calidad del agua para consumo humano, que debido a que nuevas técnicas, nuevas metodologías están constantemente en evaluación y la innovación en éste área sería de gran aporte

## BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. Universidad Tecnológica de los Andes. <http://repositorio.utea.edu.pe/jspui/handle/utea/130>
- ANA. (2009). Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú. [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta\\_metodologia\\_ica-pe.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf)
- AQUAE FUNDACIÓN. ¿Qué es la contaminación ambiental? [online]. 2009. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/causas-contaminacion-ambiental/>
- Baeza, E. (2016). Calidad de agua. <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>
- CARRIÓN, Marta. ¿Cuánta agua hay en el planeta? Ágorapedia [online]. 2020. Disponible en: <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/cuanta-agua-planeta/>
- Cumbal, Ordoñez, (2023.). Recuperado 13 de agosto de 2023, de <file:///D:/INVESTIGACION/>
- Dirección General de Salud Ambiental, D. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. , Pub. L. No. DS N° 031-2010-SA., 45 (2010).
- Gerónimo Mamani, W. (2021). Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial Aladino vía Mañazo – Puno 2020. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./343>
- Gianoli, A., Hung, A., y Shiva, C. (2018). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017. INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH, 2(3460), 10.
- Gomez, D., Garcia, C., Reyes, G., Lache, J., & Vega, L. (2020). ANALYSIS OF

SPACE-TIME PROFILES OF PHYSICAL- CHEMICAL PARAMETERS OF WATER QUALITY IN LAKE FÚQUENE, CUNDINAMARCA. Ingenio Magno, 11(2).

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/2177/1855>

Guevara, O., y Zurita, I. (2021). Evaluación de la Calidad del Agua para consumo humano del caserío La Huaca-Jaén-Cajamarca-2019 (PhD Thesis).

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.

Mendoza Fuentes, M. A. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12256>

MINAM. (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua y Disposiciones Complementarias. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Odicio, F., Soplin, A. M., & Julio, K. (2021). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2020. Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4836>

Oleas Lara, B. F. (2018). Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano en la Parroquia Rural de Cubijés del Cantón Riobamba. [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5709>

Rosazza, E. (2009). Informe País V Foro Mundial del Agua.

Sandoval Condori, E. R. (2021). Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC>



S.A.C./243

Surita, N. (2022). Diseño y caracterización del proceso de una planta de tratamiento de agua para consumo humano en el distrito Sondorillo, provincia Huancabamba, Departamento Piura. 1-110.

Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, S. (2018). La calidad del agua potable en el Perú. Publicación oficial

Tarazona, Y. (2022). Calidad del agua para consumo humano y su relación con enfermedades gastrointestinales en niños menores de 5 años en el Distrito de San Nicolás- Carlos Fermín Fitzcarrald, 2021. Ciencia e Investigación, 4(1), 78-79.

TIBC. (s. f.). ¿Qué es el análisis de series temporales? TIBCO Software. Recuperado 12 de septiembre de 2023, de <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-time-series-analysis>

Turpo, J. A. (2018). Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable de la Planta de Tratamiento Aziruni, Puno 2017. REVISTA CIENTÍFICA DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES, 1(2), 16-30.

## ANEXOS

**Anexo 01:** Ficha de Recolección de Información

| N° | PARÁMETROS                           | Años            | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----|--------------------------------------|-----------------|------|------|------|------|
|    | <b>Microbiológicos</b>               | <b>Unidades</b> |      |      |      |      |
| 1  | OVL-Copépodos                        | Org./L          |      |      |      |      |
| 2  | Escherichia coli                     | NMP/100ml       |      |      |      |      |
| 3  | Coliformes Totales                   | NMP/100ml       |      |      |      |      |
| 4  | Coliformes Termotolerantes           | NMP/100ml       |      |      |      |      |
| 5  | Heterótrofos en Placa                | ufc/ml          |      |      |      |      |
| 6  | Huevos de Helmintos                  | Huevos/L        |      |      |      |      |
| 7  | Larvas de Helmintos                  | Org./L          |      |      |      |      |
| 8  | Quistes de Protozoarios<br>patógenos | Quistes/L       |      |      |      |      |
| 9  | OVL-Nemátodos                        | Org./L          |      |      |      |      |
| 10 | OVL-Protozoarios                     | Org./L          |      |      |      |      |
| 11 | OVL-Rotíferos                        | Org./L          |      |      |      |      |
| 12 | OVL-Algas                            | Org./L          |      |      |      |      |
|    | <b>Fisicoquímicos</b>                |                 |      |      |      |      |
| 1  | Cloro Libre                          | mg/L            |      |      |      |      |
| 2  | Turbidez                             | NTU             |      |      |      |      |


|   |                           |            |  |  |  |  |
|---|---------------------------|------------|--|--|--|--|
| 3 | Sólidos Totales Disueltos | mg/L       |  |  |  |  |
| 4 | pH                        | U de pH    |  |  |  |  |
| 5 | Dureza total              | mg/L       |  |  |  |  |
| 6 | Conductividad             | uS/cm      |  |  |  |  |
| 7 | Cloro Total               | mg/L       |  |  |  |  |
| 8 | Cianuro total             | mg/L       |  |  |  |  |
| 9 | Color                     | u de color |  |  |  |  |

**Anexo 02:** Estándar de calidad ambiental del agua: Categoría 1, 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>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>                          |                                 |   |   |   |
| Aceites y Grasas                                  | mg/L                            | 0,5   | 1,7   | 1,7   |
| Cianuro Total                                     | mg/L                            | 0,07  | **  | **  |
| Cianuro Libre                                     | mg/L                            | **  | 0,2   | 0,2   |
| Cloruros  | mg/L                            | 250   | 250   | 250   |
| Color (b)   | Color verdadero<br>Escala Pt/Co | 15  | 100 (a)   | **  |
| Conductividad                                     | ( $\mu$ S/cm)                   | 1 500   | 1 600   | **  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L                            | 3   | 5   | 10  |
| Dureza  | mg/L                            | 500   | **  | **  |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                  | mg/L                            | 10  | 20  | 30  |
| Fenoles   | mg/L                            | 0,003   | **  | **  |
| Fluoruros   | mg/L                            | 1,5   | **  | **  |
| Fósforo Total                                     | mg/L                            | 0,1   | 0,15  | 0,15  |
| Materiales Flotantes de Origen Antropogénico      |                                 | Ausencia de material flotante de origen antrópico   | Ausencia de material flotante de origen antrópico               | Ausencia de material flotante de origen antrópico           |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)      | mg/L                            | 50  | 50  | 50  |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)      | mg/L                            | 3   | 3   | **  |
| Amoniaco- N                                       | mg/L                            | 1,5   | 1,5   | **  |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)                   | mg/L                            | ≥ 6   | ≥ 5   | ≥ 4   |
| Potencial de Hidrógeno (pH)                       | Unidad de pH                    | 6,5 - 8,5   | 5,5 - 9,0   | 5,5 - 9,0   |
| Sólidos Disueltos Totales                         | mg/L                            | 1 000   | 1 000   | 1 500   |
| Sulfatos  | mg/L                            | 250   | 500   | **  |
| Temperatura                                       | °C                              | Δ 3   | Δ 3   | **  |
| Turbiedad   | UNT                             | 5   | 100   | **  |
| <b>INORGÁNICOS</b>                                |                                 |   |   |   |
| Aluminio  | mg/L                            | 0,9   | 5   | 5   |
| Antimonio   | mg/L                            | 0,02  | 0,02  | **  |
| Arsénico  | mg/L                            | 0,01  | 0,01  | 0,15  |
| Bario   | mg/L                            | 0,7   | 1   | **  |
| Berilio   | mg/L                            | 0,012   | 0,04  | 0,1   |
| Boro  | mg/L                            | 2,4   | 2,4   | 2,4   |
| Cadmio  | mg/L                            | 0,003   | 0,005   | 0,01  |
| Cobre   | mg/L                            | 2   | 2   | 2   |
| Cromo Total                                       | mg/L                            | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| Hierro  | mg/L                            | 0,3   | 1   | 5   |
| Manganeso   | mg/L                            | 0,4   | 0,4   | 0,5   |
| Mercurio  | mg/L                            | 0,001   | 0,002   | 0,002   |
| Molibdeno   | mg/L                            | 0,07  | **  | **  |

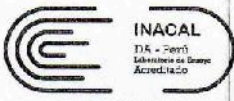
| Parámetros  | Unidad de medida | A1  | A2  | A3  |
|---|------------------|---|---|---|
|   |                  | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado |
| Níquel  | mg/L             | 0,07  | **  | **  |
| Plomo   | mg/L             | 0,01  | 0,05  | 0,05  |
| Selenio   | mg/L             | 0,04  | 0,04  | 0,05  |
| Uranio  | mg/L             | 0,02  | 0,02  | 0,02  |
| Zinc  | mg/L             | 3   | 5   | 5   |
| <b>ORGÁNICOS</b>  |                  |   |   |   |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>8</sub> - C <sub>40</sub> )   | mg/L             | 0,01  | 0,2   | 1,0   |
| Trihalometanos  | ( e )            | 1,0   | 1,0   | 1,0   |
| Bromoformo  | mg/L             | 0,1   | **  | **  |
| Cloroformo  | mg/L             | 0,3   | **  | **  |
| Dibromoclorometano  | mg/L             | 0,1   | **  | **  |
| Bromodichlorometano   | mg/L             | 0,06  | **  | **  |
| <b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>  |                  |   |   |   |
| 1,1,1-Tricloroetano   | mg/L             | 0,2   | 0,2   | **  |
| 1,1-Dicloroetano  | mg/L             | 0,03  | **  | **  |
| 1,2 Dicloroetano  | mg/L             | 0,03  | 0,03  | **  |
| 1,2 Diclorobenceno  | mg/L             | 1   | **  | **  |
| Hexaclorobutadieno  | mg/L             | 0,0006  | 0,0006  | **  |
| Tetracloroetano   | mg/L             | 0,04  | **  | **  |
| Tetracloruro de carbono   | mg/L             | 0,004   | 0,004   | **  |
| Tricloroetano   | mg/L             | 0,07  | 0,07  | **  |
| <b>BTEX</b>   |                  |   |   |   |
| Benceno   | mg/L             | 0,01  | 0,01  | **  |
| Etilbenceno   | mg/L             | 0,3   | 0,3   | **  |
| Tolueno   | mg/L             | 0,7   | 0,7   | **  |
| Xilenos   | mg/L             | 0,5   | 0,5   | **  |
| <b>Hidrocarburos Aromáticos</b>   |                  |   |   |   |
| Benzo(a)pireno  | mg/L             | 0,0007  | 0,0007  | **  |
| Pentaclorofenol (PCP)   | mg/L             | 0,009   | 0,009   | **  |
| <b>Organofosforados</b>   |                  |   |   |   |
| Malatión  | mg/L             | 0,19  | 0,0001  | **  |
| <b>Organoclorados</b>   |                  |   |   |   |
| Aldrin + Dieldrin   | mg/L             | 0,00003   | 0,00003   | **  |
| Clordano  | mg/L             | 0,0002  | 0,0002  | **  |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)   | mg/L             | 0,001   | 0,001   | **  |
| Endrin  | mg/L             | 0,0006  | 0,0006  | **  |
| Heptacloro + Heptacloro Epóxido   | mg/L             | 0,00003   | 0,00003   | **  |
| Lindano   | mg/L             | 0,002   | 0,002   | **  |
| <b>Carbamato</b>  |                  |   |   |   |
| Aldicarb  | mg/L             | 0,01  | 0,01  | **  |
| <b>II. CIANOTOXINAS</b>   |                  |   |   |   |
| Microcistina-LR   | mg/L             | 0,001   | 0,001   | **  |
| <b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>  |                  |   |   |   |
| Bifenilos Policlorados (PCB)  | mg/L             | 0,0005  | 0,0005  | **  |
| <b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>  |                  |   |   |   |
| Coliformes Totales  | NMP/100 ml       | 50  | **  | **  |
| Coliformes Termotolerantes  | NMP/100 ml       | 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) (f) | N° Organismo/L   | 0   | <5x10 <sup>6</sup>  | <5x10 <sup>6</sup>  |

Anexo 03: Resultados del Análisis de Laboratorio del año 2020.



**BHIOS**  
LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



INACAL  
D.A. - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 1680-2020**  
**PÁGINA 1 DE 4**

|   |   |
|---|---|
| <b>SOLICITANTE</b>                            | : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUCUITO   |
| <b>DIRECCIÓN</b>                              | : JR. PASION NRO. 515 CERCADO (PLAZA DE ARMAS) PUNO - PUNO - CHUCUITO   |
| <b>PRODUCTO DECLARADO</b>                     | : AGUA SUBTERRÁNEA  |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>               | : Líquido transparente  |
| <b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>                   | : <b>Comunidad Karina</b> , Fuente: Taccapiñi (M-04)  |
| <b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>        | : Procedencia: E:413662.13 N:8253820.87 , Puno, Puno, Chucuito, Comunidad Karina - Fecha y hora de muestreo: 27/05/2020 15:36 hrs.  |
| <b>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</b>             | : 01 muestra de 4600mL aprox. Compuesta de 01 envase vidrio de 1000mL, 01 envase vidrio de 500mL para análisis MB, 02 envases PE de 1000mL, 02 envases PE de 500mL, 01 envase PE de 100mL para análisis FQ. |
| <b>PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN</b>       | : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.7°C.   |
| <b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b> | : Recibida en el Laboratorio  |
| <b>CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA</b>    | : Ninguna (por ser muestra única)   |
| <b>FECHA PRODUCCIÓN</b>                       | : No especificada   |
| <b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>                   | : No especificada   |
| <b>CONTRATO N°</b>                            | : 0545-2020   |
| <b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>                     | : 29/05/2020  |

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-03-F-054E Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/16 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

RESULTADOS

| LAB | DETERMINACIÓN  | AGUA SUBTERRÁNEA<br>Comunidad Karina, Fuente: Taccapllí (M-04) | UNIDADES   |
|-----|--|--|------------|
| MB  | OVL-Protozoarios (Cuantificación)*                                 | 40225  | Org./L     |
| MB  | Numeración de Coliformes totales**                                 | <1.8   | NMP/100mL  |
| MB  | Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**               | <1.8   | NMP/100mL  |
| MB  | Recuento de Microorganismos Heterótrofos**                         | 1500   | ufc/mL     |
| MB  | Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)* | <1   | Quistes/L  |
| MB  | OVL-Rotíferos (Cuantificación)*                                    | <1   | Org./L     |
| MB  | Numeración de Escherichia coli (NMP)**                             | <1.8   | NMP/100mL  |
| MB  | Huevos de Helminfos (Cuantificación 1L)*                           | <1   | Huevos/L   |
| MB  | Larvas de Helminfos (Cuantificación 1L)*                           | <1   | Org./L     |
| MB  | OVL-Algas (Cuantificación)*  | <1   | Org./L     |
| MB  | OVL-Copepodos (Cuantificación)*                                    | <1   | Org./L     |
| MB  | OVL-Nemátodos (Cuantificación)*                                    | <1   | Org./L     |
| FQ  | Turbidez*  | 0.39   | NTU        |
| FQ  | pH**   | 7.2  | U de pH    |
| FQ  | Sólidos Disueltos Totales  | 388  | mg/L       |
| FQ  | Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )                             | 414.34   | mg/L       |
| FQ  | Conductividad (25°C)   | 729  | µS/cm      |
| FQ  | Color*   | <5   | U de color |
| FQ  | Cianuro Total*   | <0.01  | mg/L       |

ABREVIATURAS:

|            |  |
|------------|--|
| U de color | : Unidades de color                            |
| Huevos/L   | : Huevos por litro                             |
| ufc/mL     | : Unidades formadoras de colonia por mililitro |
| Quistes/L  | : Quistes por litro                            |
| NTU        | : Unidades nefelométricas de turbidez          |
| NMP/100mL  | : Número más probable por 100 mililitros       |
| mg/L       | : Miligramos por litro                         |
| µS/cm      | : Microsiemens por centímetro                  |
| Org./L     | : Organismos por litro                         |
| U de pH    | : Unidades de pH                               |

OBSERVACIONES:

Cualquier valor precedido por "<1" indica menor al límite de detección del método

\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

\*\* Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.

Coliformes Totales, Fecales y E. coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil.

Microorganismo Heterótrofos: Max. 24 hrs después de la toma de muestra a una T<4°C, muestra con mas de 24 hrs de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS:

|   |  |
|---|--|
| OVL-Protozoarios (Cuantificación)                                 | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.   |
| Numeración de Coliformes totales                                  | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 6000. 9221-B Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group; Standard Total Coliform Fermentation Technique. 23rd Ed. 2017.        |
| Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales                | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group; Fecal Coliform Procedure. 23rd Ed. 2017.                              |
| Recuento de Microorganismos Heterótrofos                          | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9215-B Heterotrophic Plate Count Pour Plate Method. 23rd Ed. 2017.   |
| Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L) | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.   |
| OVL-Rotíferos (Cuantificación)                                    | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.   |
| Numeración de Escherichia coli (NMP)                              | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 6000 9221-F Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group; Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. 23rd Ed. 2017. |



**Anexo 04: Resultados del Análisis de Laboratorio del año 2022.**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



**INFORME DE ENSAYOS N° 1956-2022**  
**PÁGINA 1 DE 4**

**SOLICITANTE** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUCUITO

**DIRECCIÓN** : JR. PASION NRO. 515 CERCADO (PLAZA DE ARMAS) PUNO - PUNO - CHUCUITO

**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUBTERRÁNEA

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido transparente.

**CODIFICACIÓN / MARCA** : Comunidad Karina (Jass Karina) (M - 1)

**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 18/04/2022 10:30 Procedencia: Puno-Chucuito-Karina (Comunidad Karina) /  
Coordenadas: 413610 E, 8252958 N

**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 4200 mL aprox. Compuesta por 01 envase de vidrio de  
1000 mL, 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB y 01 envase  
PET de 1000 mL, 03 envases PET de 500 mL, 02 envases PET de 100  
mL para análisis FQ.

**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico  
a una temperatura de 3.

**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)

**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada

**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada

**CONTRATO N°** : 0596-2022

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 20/04/2022

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

**Anexo 05: Resultados del Análisis de Laboratorio del año 2023.**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Reporte N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 3734- 2023**

**PÁGINA 1 DE 4**

**SOLICITANTE** : MUNICIPIALIDAD DISTRITAL DE CHUCUITO

**DIRECCIÓN** : JR. PASION NRO. 515 CERCADO (PLAZA DE ARMAS) PUNO - PUNO - CHUCUITO

**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUBTERRÁNEA DE MANANTIAL

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido transparente.

**CODIFICACIÓN / MARCA** : Reservorio 1 Taccapifi - Karina.

**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 05/07/2023 09:30 Procedencia: -15.8005417, -68.808565 - Puno, Puno, Chucuito.

**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 4300 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL, 01 envase PET de 1000 mL para análisis MB y 03 envases PET de 500 mL c/u, 03 envases PET de 100 mL c/u para análisis FQ.

**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7 °C.

**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)

**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada

**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada

**CONTRATO N°** : 1172-2023

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 06/07/2023



**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-1E Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

**Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú**  
**Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274516 Celular: 983768863 / 954068110**  
**e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com**

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

**INFORME DE ENSAYOS N° 3734- 2023**  
**PÁGINA 2 DE 4**

**RESULTADOS**

| LAB | DETERMINACIÓN  | AGUA SUBTERRÁNEA DE MANANTIAL<br>Reservorio 1 Taccapiñi - Karina. | UNIDADES   |
|-----|--|---|------------|
| MB  | OVL-Copépodos (Cuantificación)*                                    | <1  | Org./L     |
| MB  | Numaración de Escherichia coli (NMP)**                             | <1.8  | NMP/100mL  |
| MB  | Numaración de Coliformos totales**                                 | 7.8   | NMP/100mL  |
| MB  | Numaración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**               | <1.8  | NMP/100mL  |
| MB  | Recuento de Heterótrofos en Placa**                                | 98  | ufc/mL     |
| MB  | Huevos de Helminfos (Cuantificación 1L)*                           | <1  | Huevos/L   |
| MB  | Larvas de Helminfos (Cuantificación 1L)*                           | <1  | Org./L     |
| MB  | Quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)* | <1  | Quistes/L  |
| MB  | OVL-Nemátodos (Cuantificación)*                                    | <1  | Org./L     |
| MB  | OVL-Protozoarios (Cuantificación)*                                 | 9220  | Org./L     |
| MB  | OVL-Rotíferos (Cuantificación)*                                    | <1  | Org./L     |
| MB  | OVL-Algas (Cuantificación)*  | <1  | Org./L     |
| FQ  | Cloro Libre (Cl <sub>2</sub> )*                                    | <0.02   | mg/L       |
| FQ  | Turbidez*  | 0.16  | NTU        |
| FQ  | Sólidos Totales Disueltos  | 375   | mg/L       |
| FQ  | pH**   | 7.4   | U de pH    |
| FQ  | Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )                             | 415.19  | mg/L       |
| FQ  | Conductividad  | 720   | µS/cm      |
| FQ  | Cloro Total (Cl <sub>2</sub> )*                                    | <0.02   | mg/L       |
| FQ  | Cianuro Total*   | <0.01   | mg/L       |
| FQ  | Color*   | <5  | U de color |

**ABREVIATURAS:**

|            |  |
|------------|--|
| mg/L       | : Miligramos por litro                         |
| U de pH    | : Unidades de pH                               |
| ufc/mL     | : Unidades formadoras de colonia por mililitro |
| Huevos/L   | : Huevos por litro                             |
| U de color | : Unidades de color                            |
| NMP/100-mL | : Número más probable por 100 mililitros       |
| µS/cm      | : Microsiemens por centímetro                  |
| Org./L     | : Organismos por litro                         |
| Quistes/L  | : Quistes por litro                            |
| NTU        | : Unidades nefelométricas de turbidez          |

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

|   |  |
|---|--|
| OVL-Copépodos (Cuantificación)                                    | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 23rd Ed. 2017.   |
| Numaración de Escherichia coli (NMP)                              | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. |
| Numaración de Coliformos totales                                  | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, Pag. 1-6 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Standard Total Coliform Fermentation Technique.            |
| Numaración de Coliformos Termotolerantes o Fecales                | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)                   |
| Recuento de Heterótrofos en Placa                                 | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-5, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count: Pour Plate Method.   |
| Huevos de Helminfos (Cuantificación 1L)                           | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 23rd Ed. 2017.   |
| Larvas de Helminfos (Cuantificación 1L)                           | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 23rd Ed. 2017.   |
| Quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L) | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000, 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5. / Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 23rd Ed. 2017.   |
| OVL-Nemátodos (Cuantificación)                                    | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10750 Nematological Examination, Pag. 10-96 a 10-113, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 23rd Ed. 2017.   |
| OVL-Protozoarios (Cuantificación)                                 | : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000, 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5. / Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 23rd Ed. 2017.   |

**Anexo 06:** Matriz de consistencia.

**ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, PERIODO 2020 - 2023 DE LA COMUNIDAD KARINA DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO.**

| PROBLEMA  | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS   |  | VARIABLES  | INDICADOR<br>ES   | INSTRUMEN<br>TOS | TÉCNICA DE<br>PROCESAMI<br>ENTO<br>DE DATOS   |
|---|--|---|--|--|---|------------------|---|
|   | OBJETIVO<br>GENERAL  | HIPÓTESIS<br>GENERAL  |  |  |   |                  |   |
| ¿Cómo es el análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno? | Evaluar la calidad temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno. | El análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno muestra una disminución. |  | <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b><br>Variación de la calidad del agua en el periodo 2020 -2023. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Parámetros Físicos Químicos.</li> <li>Parámetros Microbiológicos.</li> </ul> | ECA del Agua     | Estadística Descriptiva.<br>Comparación de conjunto de Datos (coeficiente de correlación)<br>Estadística Inferencial en |

| <b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b>  | <b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>   | <b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>  | <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> |   | <b>el cálculo de la tendencia.</b> |
|---|--|---|-----------------------------|---|------------------------------------|
| ¿Cuál será la calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno? | Evaluar la calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020 - 2023 de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno. | La calidad de los parámetros microbiológicos del agua del sistema de abastecimiento de la comunidad Karina del distrito de Chucuito - Puno, de los años 2020 a 2023 son diferentes. | :<br>Análisis Temporal.     | Tendencia (Establecida en una ecuación basada en el método analítico de mínimos cuadrados). |                                    |
| ¿Cuál será la calidad de los parámetros físico químicos del agua del sistema de   | Evaluar la calidad de los parámetros físico químicos del agua del sistema de   | La calidad de los parámetros físico químicos del agua del sistema de  |                             |   |                                    |

|  |  |   |  |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|--|
| <p>abastecimiento,<br/>periodo 2020 - 2023<br/>de la comunidad<br/>Karina del distrito de<br/>Chucuito - Puno?</p> | <p>abastecimiento,<br/>periodo 2020 - 2023<br/>de la comunidad<br/>Karina del distrito de<br/>Chucuito - Puno.</p> | <p>abastecimiento de la<br/>comunidad Karina del<br/>distrito de Chucuito -<br/>Puno, de los años<br/>2020 a 2023 son<br/>diferentes.</p> |  |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|--|