

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**EFFECTIVIDAD DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN  
MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO**

**POBLADO DE CHUCARAYA - ILAVE , 2025**

**PRESENTADA POR:**

**JOSEFA GONZALES TITO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



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



# 19.77%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 26 JUN 2025, 9:56 AM

## Similarity report

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

● IDENTICAL  
6.26%

● CHANGED TEXT  
13.5%

## Report #27211653

JOSEFA GONZALES TITO // EFECTIVIDAD DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO POBLADO DE CHUCARAYA - ILAVE , 2025 PRESENTADA POR: JOSEFA GONZALES TITO RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo de evaluar la “Efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, distrito de Ilave - 2025”, en el marco del DS N°031-2010-SA. El enfoque fue cuantitativo y no experimental, la población de estudio correspondió a la red de distribución de agua potable con un sistema de cloración por goteo. La recolección de datos del cloro residual se realizó mediante la técnica colorimétrica DPD de campo en cuatro puntos de monitoreo (PM0, PM1, PM2 y PM3), semanalmente de cuatro muestras por punto. Además, se tomaron cuatro muestras de agua en envases de vidrio de 1000 mL para análisis microbiológico con frecuencia quincenal en el PM1. Se utilizó un comparador de cloro residual tipo disco, cuaderno de registro de la JASS, formato de reporte de cloro residual, ficha de recolección de datos y la cadena de custodia para el envío de muestras al laboratorio. Los resultados mostraron que las concentraciones de cloro residual fueron: en PM0, entre  $\geq 0.48$  mg/L y  $\leq 0.6$  mg/L; en PM1, entre  $\geq 0.3$  mg/L y  $\leq 0.47$  mg/L; en PM2, entre  $\geq 0.2$  mg/L y  $\leq 0.4$  mg/L; y en PM3, entre  $\geq 0.04$  mg/L y  $\leq 0.2$  mg/L, s

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

**EFFECTIVIDAD DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN  
MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO  
POBLADO DE CHUCARAYA - ILAVE , 2025**

**PRESENTADA POR:**

**JOSEFA GONZALES TITO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Dr. ESTEBAN SIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 30 de junio del 2025.

## DEDICATORIA

A Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante en la vida y poder alcanzar el sueño de ser Ingeniero ambiental.

A mi querida madre Valeriana Tito Sanchez, por su apoyo moral constante durante mi formación en la Universidad Privada San Carlos en los cinco años de estudios.

A mi padre Bernabe Gonzales Puma, por ser el soporte emocional y enseñarme a perseverar incansablemente hasta alcanzar la meta trazada..

A mis hermanos Hermogenes y Paulina por su motivación y apoyo incondicional a lo largo de mis carrera profesional.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme guiado y acompañado en cada uno de mis objetivos dándome fortaleza para seguir adelante.

A la Universidad Privada San Carlos, a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y su plana docente por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y poder servir a la sociedad con esmero.

A la terna de jurados: Dr. Esteban Isidro León Apaza, Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez, Mg. Fredy Aparicio Castillo Suaquita, por el tiempo destinado a la revisión de este informe, dando sus observaciones y recomendaciones para enriquecer esta investigación.

A mi asesor de tesis, Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda por la confianza que depositó en mí, por brindarme sus orientaciones indispensables en el desarrollo de este trabajo de investigación.

.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

### CAPÍTULO I

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

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>17</b>
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	17
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	20
1.2.3. A NIVEL REGIONAL	23
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>25</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	25
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26

### CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>27</b>
2.1.1. EL AGUA POTABLE EN EL PERÚ	27

2.1.2. EL CLORO	27
2.1.3. LA CLORACIÓN	28
2.1.4. CLORO EN LA DESINFECCIÓN DEL AGUA	28
2.1.5. EFECTOS POSITIVOS DEL CLORO	29
2.1.6. EFECTOS NEGATIVOS DEL CLORO	29
2.1.7. CLORO RESIDUAL LIBRE	29
2.1.8. CLORO COMBINADO	30
2.1.9. CLORO TOTAL	30
2.1.10. METODOLOGÍA ANALÍTICA DEL CLORO	31
2.1.11. AGUA POTABLE	31
2.1.12. CALIDAD DE AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN	31
2.1.13. DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN RED DE DISTRIBUCIÓN	32
2.1.14. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE	32
2.1.15. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN FECAL	33
2.1.16. PATOLOGÍAS CAUSADAS POR AGUA NO DESINFECTADA	34
2.1.17. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	34
2.1.18. RED DE DISTRIBUCIÓN	35
2.1.19. SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO	35
2.1.20. MONITOREO Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA	35
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>36</b>
2.2.1. CLORACIÓN	36
2.2.2. CLORO RESIDUAL LIBRE	36
2.2.3. N,N DIETIL PARAFENILENO DIAMINA	36
2.2.4. DESINFECCIÓN DEL AGUA	36
2.2.5. INOCUIDAD	36
2.2.6. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	36
2.2.7. BACTERIAS FACULTATIVAS	37

2.2.8. COMPARADOR DE CLORO	37
2.2.9. USUARIO	37
2.2.10. JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)	37
2.2.11. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO	37
2.2.12. ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (ATM)	37
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>37</b>
2.3.1. LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO LEY N° 26338	37
2.3.2. D.S. N° 031-2010-SA REGLAMENTO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE	38
<b>2.4. HIPÓTESIS</b>	<b>38</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	38
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	38
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>39</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>41</b>
3.2.1. POBLACIÓN	41
3.2.2. MUESTRA	41
<b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>42</b>
3.3.1. ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	42
3.3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.3.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.3.4. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS	43
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>47</b>
3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:	47
3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE:	47
<b>3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>48</b>

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 01: CONCENTRACIÓN DEL CLORO RESIDUAL</b>	<b>49</b>
4.1.1. RESUMEN DE MONITOREO DE CLORO RESIDUAL	54
<b>4.2. OBJETIVO 02: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>	<b>55</b>
4.2.1. RESUMEN ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (PM 1)	60
<b>4.3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS</b>	<b>61</b>
4.3.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	62
4.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.	63
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.	33
<b>Tabla 02:</b> Frecuencia de monitoreo de cloro residual. (S= semana)	45
<b>Tabla 03:</b> Georreferenciación de punto de monitoreo y recolección de muestras	46
<b>Tabla 04:</b> Frecuencia de muestreo de agua para análisis de laboratorio (Q= quincena)	46
<b>Tabla 05:</b> Matriz de operacionalización de variables.	47
<b>Tabla 06:</b> Cloro residual - punto de monitoreo (PM 0) - reservorio	49
<b>Tabla 07:</b> Cloro residual - punto de monitoreo 01 - Red de distribución	51
<b>Tabla 08:</b> Cloro residual - punto de monitoreo 02 - Red de distribución	52
<b>Tabla 09:</b> Cloro residual - punto de monitoreo 03 - Red de distribución	53
<b>Tabla 10:</b> Resumen del monitoreo de cloro residual Red de distribución C.P. Chucaraya	54
<b>Tabla 11:</b> Resultado de análisis microbiológico 01	55
<b>Tabla 12:</b> Resultado de análisis microbiológico 02	56
<b>Tabla 13:</b> Resultado de análisis microbiológico 03	57
<b>Tabla 14:</b> Resultado de análisis microbiológico 04	58
<b>Tabla 15:</b> Resumen de análisis microbiológico al PM1	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Dosis de cloro	30
<b>Figura 02:</b> Cloro total	30
<b>Figura 03:</b> Partes del sistema de abastecimiento de agua potable.	34
<b>Figura 04:</b> Ubicación del Centro Poblado de Chucaraya del distrito de Ilave.	40
<b>Figura 05:</b> Mapa político de Perú, región Puno, distrito de Ilave, C.P. Chucaraya.	40
<b>Figura 06:</b> Puntos de monitoreo en el C.P. Chucaraya (red de distribución de agua)	41
<b>Figura 07:</b> Cloro residual en el punto de monitoreo PM 0 - reservorio C.P. Chucaraya	50
<b>Figura 08:</b> Cloro residual en el punto de monitoreo PM 01 - C.P. Chucaraya	51
<b>Figura 09:</b> Cloro residual en el punto de monitoreo 02 - C.P. Chucaraya	52
<b>Figura 10:</b> Cloro residual en el punto de monitoreo 03 - C.P. Chucaraya.	53
<b>Figura 11:</b> Resumen del monitoreo de Cloro residual abril - mayo - C.P. Chucaraya	54
<b>Figura 12:</b> Resultado del análisis microbiológico 01 (PM 1) - C.P. Chucaraya	55
<b>Figura 13:</b> Resultado del análisis microbiológico 02 (PM 1) - C.P. Chucaraya	56
<b>Figura 14:</b> Resultado del análisis microbiológico 03 (PM 1) - C.P. Chucaraya	57
<b>Figura 15:</b> Resultado del análisis microbiológico 04 (PM 1) - C.P. Chucaraya	59
<b>Figura 16:</b> Resumen de resultados del análisis microbiológico (PM 1) - C.P. Chucaraya	61
<b>Figura 17:</b> Reconocimiento del Centro .Poblado de Chucaraya	100
<b>Figura 18:</b> Reconocimiento de la red de distribución del C.P. Chucaraya	100
<b>Figura 19:</b> Visita del equipo de monitoreo ATM- Vigilancia - JASS	100
<b>Figura 20:</b> Monitoreo de Cloro residual PM1 C.P Chucaraya	101
<b>Figura 21:</b> Monitoreo de Cloro residual PM1 C.P Chucaraya	101
<b>Figura 22:</b> Monitoreo de Cloro residual PM 1 C.P Chucaraya	101
<b>Figura 23:</b> Monitoreo de cloro residual PM 03 C.P. Chucaraya	102
<b>Figura 24:</b> Cooler para toma de muestras de agua para el análisis microbiológico	102
<b>Figura 25:</b> Desinfección del grifo para tomar muestra de agua	103

<b>Figura 26:</b> Toma de blanco de campo	103
<b>Figura 27:</b> Toma de blanco de campo	103
<b>Figura 28:</b> Cuarto muestreo de agua en campo PM 1	104
<b>Figura 29:</b> Charla sobre control de cloro residual al presidente de JASS	104
<b>Figura 30:</b> Entrega de muestras al laboratorio	105

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	75
<b>Anexo 02:</b> Parámetros microbiológicos y parasitológicos	76
<b>Anexo 03:</b> Parámetros químicos inorganicos y organicos	76
<b>Anexo 04:</b> Autorizacion de ejecucion de proyecto - municipalidad del distrito de llave	77
<b>Anexo 05:</b> Registro de cloro residual ( abril - mayo)	81
<b>Anexo 06:</b> Cadena de custodia toma de muestras	88
<b>Anexo 07:</b> Resultados de laboratorio (04)	92
<b>Anexo 08:</b> Evidencias fotográficas de la ejecución de la investigación	100

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo de evaluar la “Efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, distrito de llave - 2025”, en el marco del DS N°031-2010-SA. El enfoque fue cuantitativo y no experimental, la población de estudio correspondió a la red de distribución de agua potable con un sistema de cloración por goteo. La recolección de datos del cloro residual se realizó mediante la técnica colorimétrica DPD de campo en cuatro puntos de monitoreo (PM0, PM1, PM2 y PM3), semanalmente de cuatro muestras por punto. Además, se tomaron cuatro muestras de agua en envases de vidrio de 1000 mL para análisis microbiológico con frecuencia quincenal en el PM1. Se utilizó un comparador de cloro residual tipo disco, cuaderno de registro de la JASS, formato de reporte de cloro residual, ficha de recolección de datos y la cadena de custodia para el envío de muestras al laboratorio. Los resultados mostraron que las concentraciones de cloro residual fueron: en PM0, entre  $\geq 0.48$  mg/L y  $\leq 0.6$  mg/L; en PM1, entre  $\geq 0.3$  mg/L y  $\leq 0.47$  mg/L; en PM2, entre  $\geq 0.2$  mg/L y  $\leq 0.4$  mg/L; y en PM3, entre  $\geq 0.04$  mg/L y  $\leq 0.2$  mg/L, siendo inferiores a 0.5 mg/L establecido por el DS N°031-2010-SA. El análisis microbiológico reveló que los coliformes totales alcanzaron 26 NMP/100ml, termotolerantes 16 NMP/100ml y *Escherichia coli* <5 NMP/100ml, incumpliendo con los límites máximos permisibles DS N°031-2010-SA. En conclusión, la red de distribución de agua potable del centro poblado de Chucaraya presenta niveles insuficientes de cloro residual haciéndolo ineficaz para la desinfección microbiológica del agua potable para consumo humano.

**Palabras clave:** Cloro residual, Desinfección, Microbiológica

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the "Effectiveness of residual chlorine in the microbiological disinfection of water in the distribution network of the Chucaraya town, Ilave district - 2025", within the framework of DS No. 031-2010-SA. The approach was quantitative and non-experimental; the study population corresponded to the drinking water distribution network with a drip chlorination system. Residual chlorine data was collected using the DPD field colorimetric technique at four monitoring points (PM0, PM1, PM2, and PM3), weekly with four samples per point. In addition, four water samples were taken in 1000 mL glass containers for microbiological analysis biweekly at PM1. A disc-type residual chlorine comparator, a JASS logbook, a residual chlorine reporting form, a data collection sheet, and the chain of custody were used to send samples to the laboratory. The results showed that the residual chlorine concentrations were: in PM0, between  $\geq 0.48$  mg/L and  $\leq 0.6$  mg/L; in PM1, between  $\geq 0.3$  mg/L and  $\leq 0.47$  mg/L; in PM2, between  $\geq 0.2$  mg/L and  $\leq 0.4$  mg/L; and in PM3, between  $\geq 0.04$  mg/L and  $\leq 0.2$  mg/L, being lower than 0.5 mg/L established by DS N°031-2010-SA. The microbiological analysis revealed that total coliforms reached 26 NMP/100ml, thermotolerant 16 NMP/100ml and Escherichia coli <5 NMP/100ml, violating the maximum permissible limits DS N°031-2010-SA. In conclusion, the drinking water distribution network in the Chucaraya town center has insufficient residual chlorine levels, rendering it ineffective for the microbiological disinfection of drinking water for human consumption.

**Keywords:** Residual chlorine, Disinfection, Microbiological,

## INTRODUCCIÓN

El agua se considera un recurso esencial para la vida humana; por lo tanto, el derecho al agua es esencial. Por ello, existen diferentes métodos de tratamiento para potabilizar el agua en función de su calidad. Según la Organización Mundial de la Salud, antes de distribuir agua para consumo humano, los proveedores deben desinfectar, reducir o eliminar todos los microorganismos y dejar cloro residual para proteger el agua de una posible contaminación microbiana. El cloro es uno de los desinfectantes adecuados para este fin (OMS, 2023).

El cloro es un gas altamente reactivo. Este componente se produce naturalmente, el cloro es usado en las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales para reducir los microorganismos que pueden transmitir enfermedades a las personas. La duración y la frecuencia de exposición al cloro determinan sus efectos negativos en la salud. La salud de las personas y las condiciones ambientales durante la exposición tienen un impacto (HANNA, 2020).

Las empresas proveedoras son responsables de autocontrolarse y tomar medidas adecuadas para garantizar la calidad, incluida la garantía de que los sitios de suministro locales tengan una calidad microbiana aceptable y cloro residual necesario para garantizar la calidad del agua. En este sentido, considerando que el agua potable es el primer y fundamental recurso de los derechos humanos y el recurso primario para la protección de la salud humana, se realizaron estudios de control químico para analizar el agua potable mediante la medición del cloro residual tomando en cuenta los parámetros especificados en LMP. No.031-2010-SA. (DIGESA, 2011). Por lo que se propuso investigar la efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica en el agua potable del centro poblado de Chucaraya. Los siguientes capítulos describen el contenido de la presente investigación.

**Capítulo I:** Se describe detalladamente la identificación de un problema relacionado con la efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del agua del centro poblado de Chucaraya del distrito de Ilave que se

compara con los parámetros establecidos en el DS N° 031-2010-SA, , se centra la atención en el tema del agua para consumo humano en el centro poblado de Chucaraya.

**Capítulo II:** El marco teórico está argumentado con fuentes veraces y originales a nivel internacional, nacional y local, respetando la estructura del formato APA y citando convenientemente a los autores. De igual forma, se establecen las condiciones del marco conceptual y se establece el marco legal dentro del cual se implementa. Se formularon hipótesis generales y específicas que sustentan el presente estudio.

**Capítulo III:** Metodología de la investigación, Se especifica la zona de estudio y métodos de investigación detallados, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos. Asimismo, se construye la operación de las variables de estudio y por otro lado se especifican los procedimientos, estrategias y materiales que se requieren para la investigación.

**Capítulo VI:** Los resultados muestran que esta es la parte más importante e interesante del trabajo, estos se presentan en tablas y figuras; los resultados obtenidos se analizan individualmente. Las conclusiones del trabajo se basan en los objetivos planteados y con el presente estudio se hacen algunas recomendaciones.

## **CAPÍTULO I**

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

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

La calidad del agua, la salud y el crecimiento económico están interrelacionados y son pilares clave para el bienestar humano y el desarrollo sostenible, así mismo, el acceso al agua es un derecho humano fundamental que garantiza una vida digna y saludable para todos, reconocido por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2010; este derecho implica que el agua debe ser accesible, segura, aceptable y asequible para todas las personas sin excepción, por lo que la importancia de este recurso para el desarrollo global se refleja en su lugar prioritario dentro de la agenda internacional. Contar con agua potable es vital para prevenir enfermedades y promover la higiene, especialmente en comunidades vulnerables (Gaspar y Suarez, 2024).

En todo el mundo, 2.000 millones de personas (el 26% de la población) no disponen de agua potable que comparado con lo publicado por la Organización Panamericana de la Salud en 1999 donde el número de muertes anuales directamente relacionado con el consumo de agua no potable es de 3 millones a nivel mundial siendo una cifra preocupante, más aún si los 168 millones de personas que en la Región de las Américas no disponen en la actualidad de abastecimiento continuo de agua, siendo la desinfección con cloro la mejor garantía de un agua microbiológicamente segura; las autoridades locales son los principales responsables para eliminar el riesgo del agua que por muy mínimas que sean pueden desencadenar epidemias catastróficas (UNESCO, 2023).

En una evaluación realizada en el Perú durante el periodo de abril de 2019 a marzo de 2020, el indicador de cloro en el agua de red pública (ARP) mostró una mejora en comparación con el año anterior. Según el INEI, el 53.7% de la población (16.5 millones) consumió agua con algún nivel de cloro (+1.1%), el 38.6% recibió agua con niveles adecuados (+1.7%), y el 15% con niveles inadecuados (-0.7%). En áreas urbanas, el 48.7% accedió a agua con cloro adecuado, mientras que en zonas rurales esta cifra fue solo del 3.2%. A pesar del avance, aún persisten desafíos en garantizar agua de calidad, especialmente en las zonas rurales (Alvarado y Marrache, 2020).

Un estudio realizado en el distrito de Paucarcolla, ubicado en la región de Puno, revela datos preocupantes sobre la calidad del agua potable en su red de distribución. Los análisis de compuestos clorados indican que las concentraciones de cloro total se mantienen en niveles iguales o inferiores a 0,5 mg/L en los tres puntos evaluados. Sin embargo, los niveles de cloro libre residual en los puntos de medición PM2 y PM3 no alcanzan el umbral mínimo de 0,5 mg/L. Estos resultados evidencian que los niveles de compuestos clorados se encuentran por debajo de los valores máximos aceptables, señalando una deficiencia en el proceso de cloración. Esta situación compromete la calidad del agua potable y pone en riesgo el bienestar de la población beneficiaria, que depende de esta red de distribución para su consumo diario (Mamani, 2023).

De acuerdo al Reglamento de la calidad de agua para el consumo humano Decreto Supremo N° 031 (2010), aprobado por el Ministerio de Salud del Perú, el agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos como bacterias, virus e insectos, específicamente *Escherichia coli*. Además, los quistes y las bacterias heterótrofas no deben superar un límite de 500 UFC/ml a 35°C. Para garantizar una adecuada calidad microbiológica, es esencial mantener un contenido de cloro residual mínimo de 0,5 mg/L en toda la red de distribución. Asimismo, según el artículo 63, los parámetros de monitoreo obligatorio para los proveedores de agua incluye coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, concentración residual de desinfectante y pH.

En este contexto, el Centro Poblado de Chucaraya del distrito de Ilave como en muchos pueblos del Perú, enfrenta una problemática importante: no cuenta con un estudio que evalúe de manera integral la efectividad del cloro residual en sus redes de distribución de agua. Esta carencia genera incertidumbre y preocupación en la población, que consume agua con dudas sobre su seguridad. Ante la presencia de casos aislados de enfermedades diarreicas agudas en algunos sectores, los pobladores han señalado a la Junta administradora de servicios de saneamiento como responsable (JASS), emitiendo denuncias públicas al respecto.

Para abordar esta situación, se realizarán pruebas de cloro residual en la red de distribución para verificar si cumplen con los niveles mínimos establecidos. Además, se llevarán a cabo análisis de laboratorio en 4 puntos estratégicos del centro poblado. Estos estudios no solo permitirán identificar el grado de efectividad del tratamiento actual, sino que contribuirán significativamente a mejorar los procesos de tratamiento del agua. Esto, a su vez, redundará en un impacto positivo en la salud pública, fortaleciendo la confianza de la población en la calidad del agua que consume.

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

¿Cuál es la efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya - Ilave - 2025?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Qué niveles de cloro residual se encuentran presentes en diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya - Ilave?

¿Cuál es la concentración de parámetros microbiológicos en el agua de la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya - Ilave?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Cabrera (2024), en su artículo titulado “Implicaciones para la calidad y seguridad hídrica, concentración de cloro en el agua potable en hogares abastecidos por el pozo 5 de la entidad prestadora del servicio de agua en la zona Pampa de la Isla - Santa Cruz” en la

Universidad Tecnológica Privada de Santa Cruz -UTEPSA Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, argumenta que: El cloro residual hace referencia al remanente que queda en el agua después del proceso de desinfección. Los resultados muestran un promedio de 0,28 ppm, pero a medida que se aleja de la fuente de distribución, el valor reduce a 0.30 ppm, 0.09 y 0.00 ppm a 500 metros de distancia, lo que implica que este se ha ido consumiendo en el trayecto de la red de distribución. Para asegurar la desinfección se deberían realizar pruebas microbiológicas que garanticen la ausencia de organismos vivos en el agua de consumo humano.

Cisneros (2024), en la tesis titulada “Análisis de la calidad del agua de consumo en la red de distribución de agua potable del sector urbano del cantón Chambo” Ubicado en Ecuador Con el objetivo de analizar la calidad de agua de consumo en la red de distribución de agua potable, se inspeccionó la red de abastecimiento para detectar posibles fuentes de contaminación antropogénica, seleccionando y georreferenciando estratégicamente 8 puntos de muestreo, siguiendo el protocolo de monitoreo de calidad de agua del Ministerio de Ambiente y la normativa NTE INEN 1108:2020, se realizaron muestreos cada 8 días por seis semanas., los resultados muestran que el cloro residual presente en las 06 muestras de los 08 puntos de muestreo no se encuentra en el rango de 0,3 a 1,5 mg/L por lo que se está implementando un tratamiento de desinfección deficiente, los coliformes fecales se mostraron con un promedio de 1 NMP/100mL atribuidos a prácticas de defecación al aire libre y a la actividad ganadera.

Aucapiña y Zumba (2024), en la tesis “Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua tratada de la Junta de Agua Potable y Saneamiento “La Paz” – Cuenca Ecuador a la determinación de pH y cloro residual durante las 8 semanas consecutivas en la que se observa que no existe mayor variabilidad en los resultados promedio de todas las muestras que están por debajo del límite permitido con un valor de pH = 6,169 y cloro residual que si supera el mínimo permitido con un valor promedio de 0.39 mg/L; lo que guarda una estrecha relación a los resultados de los parámetros microbiológicos donde los coliformes por método del Número Más Probable (NMP) está ausente en el agua. La

presencia de coliformes en el agua va a estar estrechamente relacionada con el proceso de cloración, ya que este proceso ayuda a la desinfección de la misma y por lo tanto también influirá en la concentración del cloro presente debido a que mayor concentración de microorganismo mayor demanda de cloro.

Díaz y González (2022), En el artículo “La importancia de la temperatura del agua en las redes de abastecimiento” afirman que la desinfección es un proceso químico esencial para mantener la seguridad microbiológica de agua potable para garantizar que se cumplan los estándares de calidad de agua en la red de distribución y que la Organización Mundial de la Salud manifiesta mantener el nivel de cloro residual por encima de 0.2 mg/L, algunos estándares nacionales establecen que el nivel mínimo de cloro en el grifo del consumidor es de 0.1-0.2 mg/L a cualquier hora del día. Los coliformes totales/fecales se han utilizado tradicionalmente como forma de garantizar la seguridad microbiológica del agua, la *Escherichia coli* es un tipo de bacteria coliforme fecal que se encuentra en los intestinos de animales y humanos, por lo que su presencia en aguas potables es intolerable y se utiliza frecuentemente como indicador de contaminación fecal para garantizar el suministro de agua, ya que puede sobrevivir más que otras bacterias, virus y parásitos.

Iñiguez et al., (2022), en su artículo titulado “Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatitlán, Jalisco” al observar las concentraciones de cloro residual, sólo en el 9 % de las escuelas de Tepatitlán Jalisco el agua cumple con los criterios de la normatividad Mexicana (0.2 a 1.5 mg/L); mientras que el 59 % de las muestras sobrepasa los límites recomendables y en el 32 % no se detectó su presencia. Con respecto al conteo de bacterias coliformes totales y fecales el 22.7 % de las escuelas evaluadas no cumple con los criterios de la normatividad vigente. Revisando los casos particulares en los puntos P7, P8 y P15 se obtuvieron los valores elevados de OCT y OCF, a pesar de que el agua llega de la red de distribución con niveles de cloro residual superiores (3 o 4 mg/L), lo que sugiere que la mala calidad del agua puede deberse al mantenimiento insuficiente de los recipientes de almacenamiento.

En lo que respecta al punto K1 y S3, también se detectaron OCT y OCF en las muestras, pero en ambos casos el agua abastecida no tenía cloro residual. Del total de muestras analizadas, en el 13.6 % se identificó a la bacteria *E. coli*. Además, en algunas de las muestras se detectó la presencia de *Citrobacter freundii*, *Klebsiella spp* y *Pseudomona spp*; las primeras tres consideradas dentro de los géneros que conforman al grupo de los coliformes.

### 1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Vega y Gonzales (2024), con el objetivo de, determinar la concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en los barrios Alto Perú, Los Ángeles y Bajo en el distrito de Chirinos en base al Decreto Supremo N° 031-2010-SA mediante observación directa en 186 viviendas empleando un clorímetro; según valores obtenidos de cloro libre residual(mg/l) el intervalo está entre el 0.2015 y 0.2335 mg/L; por lo tanto, se puede indicar que no está entre los parámetros de la norma Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Luego se aplicaron las pruebas estadísticas de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba T de Student por lo que se obtuvieron niveles mínimos de cloro residual, encontrándose que, en el Barrio Alto Perú, el 100.00% de las muestras no cumplen con los estándares legales.

Cabrera (2023), en su estudio titulado Valoración y optimización de la dosificación de cloro en la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota capítulo III de resultados, muestra que antes de mejorar el tratamiento los valores de cloro residual alcanzan de 0.0 a 0.4 mg/L a una temperatura variable desde 17.1 a 17.4 °C y un pH que varía de 7.2 a 7.; las concentraciones de coliformes totales alcanzan desde 80 a 220 UFC/mL, los coliformes fecales de 15 a 180 UFC/mL por lo que se recomienda mejorar el tratamiento adecuado y eficiente. Posterior al mejoramiento del tratamiento del agua las muestras indicaron concentraciones de coliformes totales inferiores a 10 UFC/100 mL a 35°C en los puntos más alejados y de 0 UFC/100 mL a 35°C en puntos más próximos a la PTAP. Los resultados demuestran que la concentración de cloro libre residual en el mes de marzo, donde las precipitaciones son fuertes son inferiores a 0.3 mg/L que están

por debajo del límite máximo permisible según el D.S N° 031-2010 SA que es de 0.5 a 1 mg/L, es por ello que las colonias de microorganismos se forman. mientras que los meses de estiaje los valores son superiores a 0.5mg/L generando condiciones para la desinfección del agua.

Sempertegui (2021), con el objetivo de determinar la calidad microbiológica del agua para el consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa (Chota cajamarca), se realizaron pruebas en un laboratorio acreditado por el INACAL - DA. en 12 muestras de agua de consumo humano, las cuales fueron recolectadas, durante cuatro meses de evaluación (cada 30 días), en 3 captaciones: El Lanche, el Cuan y la Chorrera; en cada captación se analizaron 3 parámetros microbiológicos: coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli, sometimos a un análisis de laboratorio los resultados comparados con los valores estándar. Se aplicó el análisis de regresión lineal y cuadrática con el programa SISVAR 5.6. Las aguas del área de estudio presentaron valores altos de coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli: 200 UFC/100ml; 220 UFC/ 100 ml y 188 UFC 100 ml. Superan los valores del DS N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano lo que implica que para ser consumida tenga que recibir cloración con los valores que la normativa establece.

Mejia y Taípe (2021), con el objetivo comprobar la “Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las enfermedades infecciosas gastrointestinales, CC.PP Matahuasi, distrito de Vilca, provincia de Huancavelica, 2021” En los puntos de muestreo del agua del manantial (Huarichaca) y agua potable de la red domiciliaria del centro poblado (CC.PP) Matahuasi, los resultados obtenidos sobrepasan los “Límites Máximos Permisibles” (“D.S. N° 031-2010-SA), Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” ya que en Coliformes fecales, los valores van desde “1,8 NMP/100 mL” hasta “3 NMP/100mL” y en Coliformes totales desde “40 NMP/100 mL” a “80 NMP/100mL”. Estos valores, exceden la normativa, demostrando así que el agua de la red domiciliaria que utiliza el CC.PP Matahuasi no es apta para consumo humano y que hay un gran riesgo de

que la población presente estas enfermedades infecciosas gastrointestinales, coincidiendo con los registros de morbilidad desde el año 2018 al 2021 donde infantes y personas mayores padecieron de enfermedades diarreicas agudas (EDAs), lo cual requiere una medida urgente de tratamiento del agua.

Paredes (2022), en su tesis titulado “Efectos de los sistemas de cloración por goteo en la concentración de cloro residual del agua potable en zonas rurales” en los sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, varían la concentración de cloro residual del agua en la primera casa del sistema de abastecimiento en zonas rurales, pues con el primero se obtuvo en promedio 0.825 mg/L, con el segundo 0.738 mg/L y con el tercero de 0.853 mg/L, además a ello, en la casa intermedia la variación del primer método y tercero fue de 0.70 mg/L y con el segundo fue de 0.692 mg/L; mientras que al evaluar la concentración de cloro en la última vivienda se obtuvo que con el sistema de balde dosificador fue de 0.40 mg/L, con el sistema de flotador fue 0.362 mg/L, mientras que con el sistema controlado por filtros fue de 0.492 mg/L; estableciéndose de esta manera que el sistema de cloración con filtros es el más efectivo en comparación de los otros sistema de cloración.

Acuña y Ramirez (2022), con el objetivo de analizar la eficiencia de remoción de parámetros microbiológicos del agua de consumo humano en el centro poblado Viejo San Martín, distrito de Campanilla, Mariscal Cáceres, San Martín. Donde la calidad del agua sin el sistema de cloración mostraba concentraciones de coliformes totales de 94 UFC/100 mL es superior al LMP (0 UFC/100 mL), el cloro libre residual fue de 0,06 mg/L, el cual no cumple con el DS 031-2010; mientras que el valor de pH tuvo un valor de 7,2, el cual está dentro del rango indicado; al no cumplir los parámetros microbiológicos se implementó el sistema de cloración por goteo para reducir la carga microbológica. Después de implementar el sistema de cloración del agua, la concentración de coliformes totales fue de 0 UFC/100 mL, que cumple el LMP (0 UFC/100 mL), el cloro libre residual tuvo un valor 0,97 mg/L cumpliendo con el rango de calidad ; El cloro libre residual se analizó en cuatro puntos del sistema uno en la salida del reservorio, primera vivienda,

vivienda intermedia y última vivienda, donde se encontró valores de 0,97; 1,10; 0,91 y 0,82. se observa que en la primera vivienda aumentó la concentración debido a la falta de homogeneización del cloro; la concentración fue disminuyendo a lo largo de la red de distribución y en todos los puntos el CLR fue superior a 0,5 mg/L, con lo cual se asegura la desinfección del agua.

### **1.2.3. A NIVEL REGIONAL**

Mamani (2024), en su tesis titulada “Calidad del agua potable y nivel de satisfacción de los usuarios del barrio Los Olivos del distrito de llave, 2024” analizó la percepción de 252 usuarios, con una muestra de 90 usuarios activos. Se aplicó un diseño de investigación no experimental de tipo descriptivo-correlacional. Los resultados se compararon con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el DS N° 031-2010-SA, evidenciando que el nivel de cloro residual en el agua (0.42 mg/dl) está por debajo de la normativa, lo que afecta su calidad y es percibida negativamente por los usuarios. Para el análisis de datos se utilizó el programa SPSS, y mediante el coeficiente de compensación de Spearman se calcula una relación significativa entre la calidad del agua y el nivel de satisfacción de los usuarios. Con un valor de cloro residual menor a 0.05, se aceptó la hipótesis alterna y se rechazó la nula. En conclusión, los usuarios del barrio Los Olivos del distrito de llave manifestaron su insatisfacción con el servicio de agua potable.

Coila y Mamani (2022), en su tesis “Sistema de cloración por goteo a diferentes altitudes y el cloro residual, en Capachica, San Antón y Potoni - Puno -2022; Los resultados de cloro residual en el sistema de abastecimiento de agua del distrito de Capachica tiene una máxima de cloro residual de 1.27 mg/L en el reservorio a una altitud de 3792 msnm y la mínima es de 0.55 mg/L monitoreado en la última vivienda con una altitud de 3783 msnm, esto indica que en el transcurso de la red de abastecimiento el cloro residual reduce su presencia; así mismo se presentan los resultados de cloro residual en el sistema de agua del distrito de San Antón, cuya cantidad máxima de cloro residual es de 1.12 mg/L en el reservorio a una altitud de 3969 msnm y como la cantidad mínima es de 0.47 mg/L monitoreado en la última vivienda con una altitud de 3949 msnm, esto indica

que en el transcurso de la red de abastecimiento de agua el cloro residual reduce su presencia; finalmente se presentan los resultados de la presencia de cloro residual en el sistema de abastecimiento de agua del distrito de Potoni, cuyo máximo de cloro residual de 0.85 mg/L en el reservorio a una altitud de 4181 msnm y como la cantidad mínima es de 0.15 mg/L monitoreado en la última vivienda con una altitud de 4148 msnm, esto indica que en el transcurso de la red de abastecimiento de agua el cloro residual reduce su presencia.

Mamani (2024), en la tesis “Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Corpa - distrito de Sicuani, 2023”; Se busca evaluar la calidad del agua para consumo humano, según los LMP del DS 031–2010-SA. Se realizó un estudio cuantitativo no experimental con cuatro puntos de muestreo: un reservorio y tres viviendas seleccionadas al azar. Se aplicó un diseño estadístico de promedio simple y comparativo entre las mediciones. Los resultados fueron en el mes de octubre, para el cloro promedio 0.025 mg/l que supera el LMP (0.5 a 5.0 mg/l), Para el monitoreo de noviembre, el cloro promedio 1.99 mg/l se encuentra dentro de LMP; Se tomaron muestras para exámenes bacteriológicos los meses de octubre y noviembre en reservorio P1 y vivienda P4, para identificar unidad de formación de colonias (UFC) los coliformes totales estuvieron ausentes en las dos muestras de agua con 0 UFC/100 ml. Estando dentro de LMP, de igual manera los coliformes termotolerantes estuvieron ausentes en las dos muestras de agua con 0 UFC/100 ml. Estando dentro de LMP. Se concluye que el cloro se encuentra fuera de los LMP en octubre.

Tipo (2024), con el objetivo de evaluar el sistema de abastecimiento y la calidad del agua potable del centro poblado de Oruro, distrito de Crucero- se establecieron 5 puntos de muestreo (captación, reservorio, vivienda inicial, intermedia y final) para analizar los parámetros físico-químicos y microbiológicos. En los resultados los componentes del sistema se encuentran en buen estado; sin embargo la cloración no funciona adecuadamente; además existe una acumulación de excretas de ganado en la superficie del lecho filtrante; con respecto al análisis de agua se indica que la concentración de los

parámetros físico químicos en los 5 puntos varía entre: 8.0 a 8.2 de pH, 4.2 a 5 Pt/Co de color, 1.06 NTU a 1.18 NTU de turbiedad, 292.5  $\mu\text{mho/cm}$  a 298  $\mu\text{mho/cm}$  de conductividad eléctrica, 147 mg/L a 155 mg/L de SST, 142.93 mg/L a 148.53 mg/L de dureza, <0.02 mg/L de cloro libre, 0.8 mg/L a 0.81 mg/L de nitratos, 0.0005 mg/L de As, 0.00006 mg/L de Cd, <0.0005 mg/L de Hg, 0.0002 mg/L a 0.0003 mg/L de Pb, 0.023 mg/L a 0.025 mg/L de Fe; encontrándose por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP); también los parámetros microbiológicos varían entre: 49 NMP/100ml a 58 NMP/100ml de coliformes totales, <1.8 NMP/100ml de coliformes fecales y Escherichia Coli, 1975 Org./L a 1995 Org./L de Organismos de vida libre; superando los LMP, representando un riesgo para la salud de los usuarios. Concluyendo que el sistema de abastecimiento del centro poblado de Oruro está caracterizado como calidad de agua pésima.

Cruz (2023), en su investigación desarrollada en el Distrito de Ilave, con el objetivo de evaluar el nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable donde se determinó la presencia de Coliformes Totales un promedio de 50.33 UFC/100 ml en el P1 (captación), P2 (reservorio) 73 UFC/100 ml y 30 UFC/100 ml en viviendas; coliformes termotolerantes o fecales con promedio de 46 UFC/100 ml en el P1 (captación), P2 (reservorio) 15 UFC/100 ml y 4 UFC/100 ml en viviendas y Escherichia coli con un promedio de 11 UFC/100 ml en P1 (captación), 7 UFC/100 ml en el P2 (reservorio) y 1 UFC/100 ml en viviendas: teniendo en cuenta que en los puntos de captación y reservorio se encontraron mayor cantidad de colonias, en términos generales se llega a la conclusión de que existe alta concentración de contaminantes microbiológicos evaluados que de no ser tratado (clorado) puede afectar a la salud poblacional de la localidad de Ilave.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya del distrito de Ilave - 2025

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Medir los niveles de cloro residual presente en diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de Ilave.

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua de la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya - Ilave

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

##### 2.1.1. EL AGUA POTABLE EN EL PERÚ

Las entidades encargadas del abastecimiento de agua potable en el Perú son las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) que son fiscalizadas y supervisadas por la SUNASS, como organismo regulador del sector saneamiento; estas EPS son responsables de la desinfección del agua, con métodos como cloro gas e hipoclorito y otros para garantizar el agua segura cumpliendo con los estándares de calidad (análisis bacteriológicos, físico-químicos), y la infraestructura para tal fin (SUNASS, 2004).

##### 2.1.2. EL CLORO

Es un elemento químico de número atómico 17 agrupado a los halógenos (grupo VIIA) de la tabla periódica de los elementos químicos cuyo símbolo es Cl y es accesible en casi todos los países del mundo por su bajo costo, el hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) y su ingrediente activo el ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ), son desinfectantes a base de cloro más utilizados a nivel mundial. El  $\text{HClO}$  es de acción rápida que interactúa con muchas biomoléculas, como aminoácidos, lípidos, ácidos nucleicos y componentes de la membrana que contienen azufre, causando daño celular y liberando de las bacterias al agua (Muñoz et al., 2021), Así mismo se debe tener en cuenta lo expresado por la Agency For Toxic Substances and Disease Registry; que el hipoclorito de sodio comúnmente es usado disuelto en agua en distintas concentraciones. El hipoclorito de sodio sólido no se usa comercialmente, a pesar de que es posible encontrarlo en esta

forma. Las soluciones de hipoclorito de sodio son transparentes, de color amarillo-verdoso y huelen a cloro. El hipoclorito de calcio es un sólido blanco de fácil descomposición en el agua liberando oxígeno y cloro. También tiene un fuerte olor a cloro. Ninguno de estos compuestos ocurre naturalmente en el ambiente (ATSDR, 2021).

### **2.1.3. LA CLORACIÓN**

Es un método de desinfección del agua a través de la adición de cloro, con la finalidad de destruir o inactivar los organismos patógenos presentes en el agua; un método de desinfección del agua mediante la adición de cloro, cuyo propósito es destruir o inactivar los organismos patógenos que pudieran estar presente en el agua. Las enfermedades transmitidas por el agua se han controlado principalmente mediante la cloración, que es una parte esencial de tratamientos típicos del agua potable para prevenir la proliferación bacteriana en las redes de distribución, sin embargo se debe tener cuidado ya que podría originar subproductos de la desinfección al reaccionar con sustancias orgánicas originando trihalometanos y ácidos haloacéticos o corrosión por exceso alterando el olor del agua potable (Ordoñez y Quiroz 2021).

### **2.1.4. CLORO EN LA DESINFECCIÓN DEL AGUA**

La eficiencia del proceso desinfección se mide a través de la disminución o eliminación de microorganismos indicadores del agua. La Agencia de Protección al Ambiente (EPA) recomienda a *Escherichia coli* como indicador bacteriano de contaminación fecal, por lo tanto el cloro y sus derivados se utilizan como desinfectantes en más de dos tercios del planeta ocupando el primer lugar en el tratamiento de agua, La demanda de cloro es la fracción del cloro que entra en contacto con el agua reaccionando con materiales inorgánicos y algunos metales, lo que disminuye su capacidad desinfectante el resto, conocido como cloro total, es la suma del cloro combinado (desinfectante débil) y el cloro libre (inactiva microorganismos patógenos), solo usando cloro o sus derivados en el tratamiento del agua (1 mg/l para cloro libre y 2 mg/l para cloro combinado) se alcanzaría la presencia de cloro residual libre óptima en el sistema o red de abastecimiento (Ocampo et al., 2022).

### **2.1.5. EFECTOS POSITIVOS DEL CLORO**

Su función es destruir o eliminar microorganismos que producen enfermedades, también tiene la capacidad de mejorar la calidad del agua que resulta de la interacción del cloro con el hierro, amoníaco, manganeso, Sulfuro entre otros compuestos orgánicos que se encuentran en el agua (Zhou, 2020).

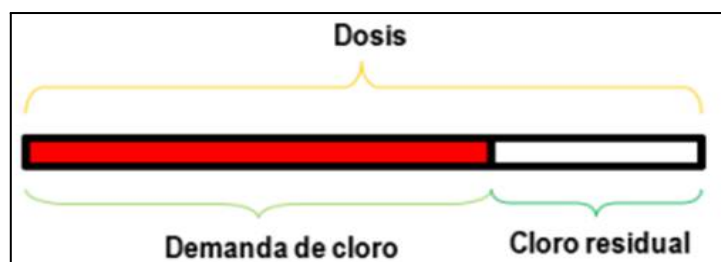
### **2.1.6. EFECTOS NEGATIVOS DEL CLORO**

El cloro es una sustancia química que puede causar irritación en la piel, las membranas del cuerpo y el sistema respiratorio, afectando especialmente las mucosas de los ojos, la nariz, la garganta y las vías respiratorias en personas sensibles. La exposición prolongada a bajas concentraciones de cloro puede provocar una afección cutánea conocida como cloracné e incluso ocasionar quemaduras en la piel (Macas, 2011).

### **2.1.7. CLORO RESIDUAL LIBRE**

Es la concentración de cloro presente en el agua para consumo humano lo cual está en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito para protegerlo de posible contaminación microbiológica posterior a la cloración como parte del tratamiento. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y al Reglamento de la calidad de agua para consumo humano (DS 031-2010) se propone una concentración residual de cloro libre mayor a 0.5 mg/L (DIGESA, 2011).

Según la Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ, 2017), Para determinar la dosis de cloro se deberá tener en cuenta las características físico-químicas del agua a tratar, por lo que se recomienda usar equipos adecuados y un personal que conozca al respecto.



**Figura 01:** Dosis de cloro

**Fuente:** Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural.

Según la figura 01 se describe; en cuanto al utilizar la equivalencia de dosis de cloro se tendrá que:  $\text{Dosis cloro (mg/l)} = \text{Demanda de cloro (mg/l)} + 0,50 \text{ mg/l}$ .

### 2.1.8. CLORO COMBINADO

Su poder desinfectante es muy bajo y su presencia origina irritaciones y malos olores. La combinación de cloro libre con el amoníaco y la materia orgánica nitrogenada que contiene el agua, forman al cloro combinado (cloraminas) (HANNA, 2020).

### 2.1.9. CLORO TOTAL

La unión de cloro libre y cloro combinado forman el cloro total. El cloro total no debe superar más del 0,6 mg/l del nivel de cloro residual libre (Jiménez et al., 2023).



**Figura 02:** Cloro total

**Fuente:** Manual para la cloración de agua potable en el ámbito rural.

Según la figura 02 el cloro total es la unión del cloro libre más el cloro combinado.

### **2.1.10. METODOLOGÍA ANALÍTICA DEL CLORO**

Por lo general, la medición del cloro residual en el agua se realiza mediante su reacción con toluidina o DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina). Aunque el método con toluidina es sencillo, presenta la desventaja de no diferenciar con precisión entre cloro libre y cloro combinado. La reacción entre la o-toluidina y el cloro libre ocurre de forma rápida, mientras que la reacción con el cloro residual combinado tarda aproximadamente 5 segundos. Esto dificulta la separación precisa y completa de ambos componentes. Debido a esta limitación temporal, resulta muy complicado realizar un análisis individual que determine con exactitud la presencia y cantidad de cloro libre. Así, es posible encontrar agua con un contenido alto o bajo de cloro, pero sin presencia de cloro libre, lo que indica que la cloración se ha producido inferior al punto crítico (Avila, 2013).

Para descartar contaminación bacteriana, es útil realizar una prueba de Cloro Residual Libre mediante el método colorimétrico (DPD). Este método es ampliamente usado en plantas potabilizadoras por su sencillez y disponibilidad de equipos y reactivos. La prueba es rápida permitiendo evaluar la calidad del agua, aunque no descarta otras contaminaciones o excesos en parámetros permitidos. Es eficaz contra coliformes totales y fecales. Su análisis confirma la efectividad de la desinfección si queda cloro residual suficiente para mantener la calidad del agua hasta llegada a los consumidores finales (Quijandria, 2017).

### **2.1.11. AGUA POTABLE**

El agua potable o agua apta para el consumo de los humanos es agua que sirve para beber, preparar alimentos, higiene y fines domésticos, debe ser limpia, insípida, inodora, incolora y libre de contaminantes, aunque debe contener sustancias disueltas que son beneficiosas para el organismo. Los encargados de brindar este servicio son las Empresa prestadoras de servicios y saneamiento (E.P.S) (Valdivielso, 2020).

### **2.1.12. CALIDAD DE AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

La calidad del agua puede verse afectada en el sistema de distribución a medida que recorre desde la planta de tratamiento hasta los hogares. Para minimizar la posibilidad de

regeneración biológica, se puede aplicar cloración al agua ya industrial. A medida que el agua circula por las tuberías, la concentración de cloro se reduce debido a su reacción tanto con el agua como con las paredes de la tubería (Jasser, 2007).

#### **2.1.13. DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN RED DE DISTRIBUCIÓN**

El deterioro en la calidad del agua genera problemas químicos, físicos y biológicos en las paredes de las tuberías. Entre los problemas químicos, las reacciones que ocurren pueden ocasionar diversas complicaciones, tales como la disminución del desinfectante residual, la formación de subproductos de desinfección, alteraciones en el sabor y el olor, aumento del pH y corrosión. Como consecuencia, la pérdida del desinfectante residual y la generación de subproductos de desinfección son los inconvenientes químicos más frecuentes. Por otro lado, los efectos microbiológicos están relacionados con la presencia de microorganismos que pueden ingresar al sistema de tuberías a través de fracturas o durante su mantenimiento (Sadiq y Rodríguez 2004).

#### **2.1.14. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE**

El DS 031-2010 artículo 60 reglamenta que el agua destinada al consumo humano, debe estar libre de: Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*, Virus; Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C (Guevara, 2021).

**Tabla 01:** Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

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

**Fuente:** Reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS 031-2010

### 2.1.15. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN FECAL

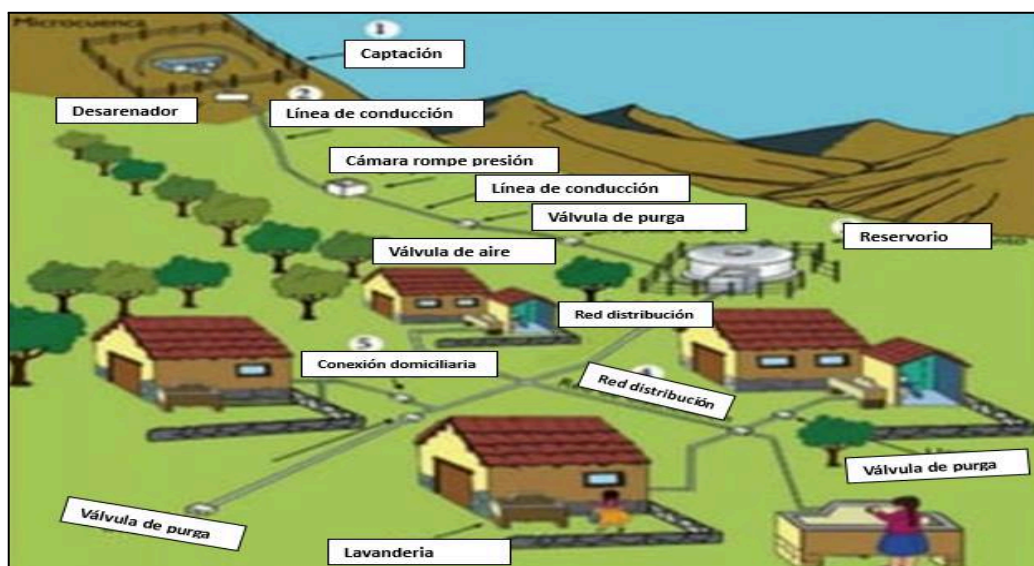
Los coliformes totales: son bacterias Gram negativas facultativas en forma de bacilo que fermentan lactosa a 35-37 °C, produciendo ácido y gas en 24 h., oxidasas negativas, Incluyen Escherichia coli, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella. Su detección se basa en la hidrólisis de lactosa mediante  $\beta$ -D-galactosidasa, utilizando medios cromogénicos como el Agar Chromocult, análisis no se recomienda para evaluar la calidad del agua, pues están de forma natural en aguas, suelos o vegetación. Los coliformes termotolerantes (CTE): son microorganismos que sobreviven temperaturas de hasta 45 °C y se utilizan como indicadores de calidad e higiene en alimentos y agua. La mayoría de ellos están representados por Escherichia coli (E. coli), Citrobacter freundii y Klebsiella pneumoniae. Escherichia coli: Forma parte de la microbiota normal del intestino del ser

humano y los animales homeotermos, es la más abundante de las bacterias anaeróbicas facultativas intestinales. Se excreta diariamente con las heces (entre 10<sup>8</sup> -10<sup>9</sup> UFC/.g-1 de heces) y por sus características, es uno de los indicadores de contaminación más utilizados últimamente (Larrea et al., 2013).

### 2.1.16. PATOLOGÍAS CAUSADAS POR AGUA NO DESINFECTADA

El agua para consumo humano contaminada con microbios puede transmitir enfermedades diarreicas como el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Según los cálculos, esta contaminación causa cada año 505 000 muertes por enfermedades diarreicas, si no hay servicios de agua tratada con cloro, o si estos son insuficientes o están gestionados de forma inapropiada, la población está expuesta a riesgos para su salud que en realidad pueden ser prevenidas. Esta prevención se podría conseguir especialmente con las EPS que brindan servicios de suministro de agua y saneamiento (OMS, 2023).

### 2.1.17. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



**Figura 03:** Partes del sistema de abastecimiento de agua potable.

**Fuente:** Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural.

### **2.1.18. RED DE DISTRIBUCIÓN**

Es el conducto de sistemas cerrados que permite distribuir el agua a presión a los diversos puntos de consumo que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos, esta red está provista de válvulas de aire, de purga, válvulas reductoras de presión (SABA, 2014).

### **2.1.19. SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO**

La cloración por goteo convencional consiste en la aplicación de un caudal pequeño (goteo continuo) de una solución clorada (formada por agua y una cantidad determinada de hipoclorito de calcio) al agua dentro del reservorio, entre otras ventajas por su fácil aplicación, y porque es factible de mantener y medir una concentración residual para proteger el agua de posibles contaminaciones en la red de distribución. Este sistema permite abastecer de agua potable a la población funcionando por gravedad, no necesita energía eléctrica, La dosificación en el reservorio se calcula en función al caudal de consumo de agua de la población, por lo que el gasto de cloro es sólo lo que realmente necesita la población el tiempo de contacto entre el agua y la solución madre es de 30 minutos (COSUDE, 2018).

### **2.1.20. MONITOREO Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA**

La verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano a través del monitoreo operativo es responsabilidad del proveedor, los organismos responsables de la vigilancia o una combinación de ambos, por lo general incluye análisis microbiológicos como E.Coli, termotolerantes y fecales; el monitoreo debe abarcar la totalidad del sistema de abastecimiento de agua, incluidas las fuentes y las actividades en la cuenca de captación, las infraestructuras de conducción (con o sin tuberías), las plantas de tratamiento, los embalses de almacenamiento y los sistemas de distribución. El D.S. N° 031-2010-SA no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del

Agua para consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas (Minchan et al., 2018).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. CLORACIÓN**

La cloración del agua potable es el proceso elemental en la gestión del agua de consumo humano, consiste en la aplicación del cloro en el agua para eliminar microbios y gérmenes capaces de causar enfermedades (DIGESA, 2011).

### **2.2.2. CLORO RESIDUAL LIBRE**

Es la cantidad de cloro que se encuentra en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento (DIGESA, 2011).

### **2.2.3. N,N DIETIL PARAFENILENO DIAMINA**

El DPD (N,N Dietil Parafenileno Diamina) es una mezcla sólida homogénea que se emplea para determinar la presencia de cloro libre o cloro total en aguas desinfectadas con insumos químicos clorados y se presenta en polvo, envasado en sachets de un material trilaminado que evita el contacto con la luz UV, la contaminación y la humedad (Quijandria, 2017).

### **2.2.4. DESINFECCIÓN DEL AGUA**

Es obligatoria en todo sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y consiste en la eliminación de microorganismos que pueden causar enfermedades usando agentes químicos o físicos con efecto residual en el agua potable (GIZ, 2017).

### **2.2.5. INOCUIDAD**

Que no hace daño a la salud humana (DIGESA, 2011).

### **2.2.6. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

Son microorganismos que indican contaminación y pueden ser patógenos para el ser humano. Su determinación es mediante análisis del agua de consumo humano en un laboratorio (DIGESA, 2011).

### **2.2.7. BACTERIAS FACULTATIVAS**

Pueden crecer con o sin oxígeno. Producen energía mediante fermentación o respiración anaeróbica si no hay oxígeno, o por respiración celular aeróbica en presencia de oxígeno (*Escherichia coli*, Estreptococos) (Werth, 2024).

### **2.2.8. COMPARADOR DE CLORO**

Es un dispositivo utilizado para medir la concentración de cloro en el agua o soluciones líquidas, generalmente en tratamiento de agua y control de calidad. Estos dispositivos funcionan mediante la reacción química de reactivos específicos con el cloro presente en la muestra de agua (HANNA, 2020).

### **2.2.9. USUARIO**

Son los consumidores de agua potable provistos por un proveedor (GIZ, 2017).

### **2.2.10. JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)**

Organización es una comunal sin fines de lucro encargada de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento rural (GIZ, 2017).

### **2.2.11. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO**

La SUNASS gestiona la calidad del agua para consumo humano, en sujeción a sus competencias de ley (DIGESA, 2011).

### **2.2.12. ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (ATM)**

Herramienta normativa y de gestión de toda institución pública encargada de programar, dirigir y ejecutar campañas de educación sanitaria y cuidado del agua (GIZ, 2017).

## **2.3. MARCO NORMATIVO**

### **2.3.1. LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO LEY N° 26338**

En el Título IV de la prestación de los servicios, de las entidades prestadoras y de los usuarios Artículo 12 señala que la entidad prestadora está obligada a ejercer permanentemente el control de la calidad de los servicios que presta, de acuerdo a las normas respectivas, sin perjuicio de la acción fiscalizadora de la Superintendencia, así mismo; el artículo 13 indica que la entidad prestadora debe garantizar la continuidad y

calidad de los servicios que presta, dentro de las condiciones establecidas en el correspondiente contrato de explotación (Ley N° 26338, 2003).

### **2.3.2. D.S. N° 031-2010-SA REGLAMENTO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE**

El presente decreto supremo establece los límites máximos permitidos para diversos parámetros de agua. Variaciones microbiológicas, parasitarias, sensoriales, químicas y radiológicas tanto en compuestos orgánicos como inorgánicos. Así mismo otorga una nueva y mayor responsabilidad a los gobiernos locales para monitorear y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y fortalece a DIGESA, posicionándose como la autoridad sanitaria en estos temas (DS N° 031-2010-SA, 2010).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El cloro residual presente en la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de llave no es efectivo para la desinfección microbiológica, logrando niveles no adecuados de eliminación de microorganismos patógenos.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

En diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya del distrito de llave, se encuentran niveles de cloro residual que no cumplen con los estándares mínimos necesarios para la desinfección microbiológica efectiva.

La concentración de parámetros microbiológicos en el agua distribuida en el Centro poblado de Chucaraya – llave supera los límites máximos permisibles contemplados en el DS 031-2010-SA.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

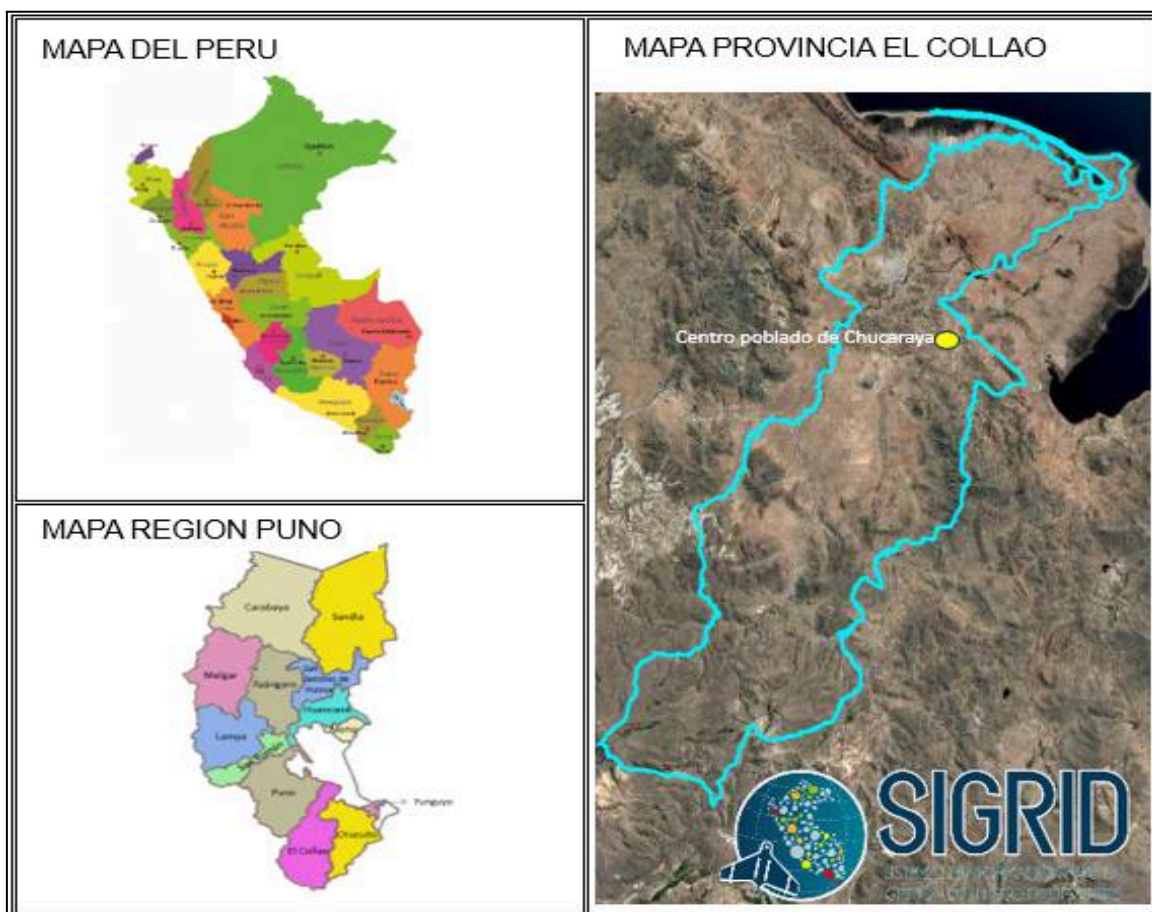
#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio se encuentra en el distrito de llave, Centro Poblado de Chucaraya, Provincia de El Collao de la Región Puno, al sur de la ciudad de llave a una distancia de 17.5 Km, altitud de 3862 m.s.n.m., el número de viviendas es de 80 y su población según el último censo realizado por INEI es de 380 que en su mayoría habla la lengua aymara, dedicados a la actividad económica de la ganadería y agricultura, el servicio de agua es proveída por una Junta administradora de servicios de saneamiento ( JASS) cuya captación está ubicada en WGS84, Zona 19 coordenadas UTM E 435398 y N 8213326.00, el reservorio se encuentra ubicada en WGS84, Zona 19, coordenadas UTM E: 435375.00 y N: 8213684.00 y para efectos del proyecto se georeferenciaron 4 puntos de muestreo identificados como PM0 a la salida del reservorio, PM1 que constituye la primera vivienda, PM2 que constituye la segunda vivienda y PM3 que constituye la tercera vivienda. Puntos en los que se monitorearon el cloro residual y tomaron las muestras para las pruebas microbiológicas en laboratorio.



**Figura 04:** Ubicación del Centro Poblado de Chucaraya del distrito de Ilave.

**Fuente:** Google Earth.



**Figura 05:** Mapa político de Perú, región Puno, distrito de Ilave, C.P. Chucaraya.

**Fuente:** Sistema de información para la gestión del riesgo de desastres.

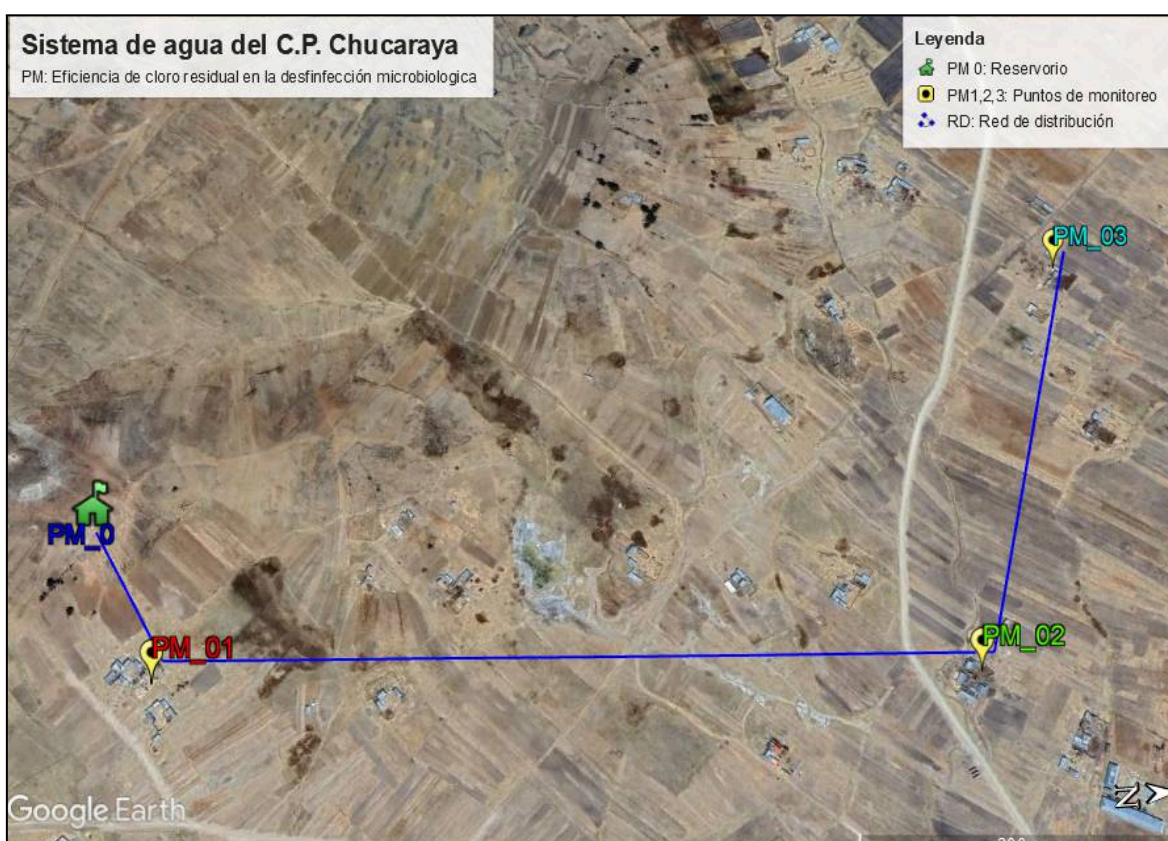
## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo constituida por la red de distribución del sistema de abastecimiento que abastece a una totalidad de 380 usuarios de agua potable del Centro Poblado de Chucaraya que cuenta con un sistema de cloración convencional por goteo.

### 3.2.2. MUESTRA

La muestra fue no probabilística y estuvo integrada por 04 puntos de monitoreo (PM) y en cada uno se monitoreó el cloro residual con frecuencia semanal lo que constituyó 32 monitoreos en campo y se recolectaron las 04 muestras del PM1 para el laboratorio con frecuencia quincenal para el análisis microbiológico (Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes o fecales y *E. Coli*).



**Figura 06:** Puntos de monitoreo en el C.P. Chucaraya (red de distribución de agua)

**Fuente:** Google Earth.

### 3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

Se utilizó el método deductivo ya que el enfoque cuantitativo utiliza la lógica o razonamiento deductivo por lo que esta aproximación comienza con la teoría, y de ésta se derivan expresiones lógicas denominadas “hipótesis” que el investigador somete a prueba; por lo tanto, dentro del enfoque deductivo-cuantitativo, las hipótesis se contrastan con la realidad para aceptarse o rechazarse en un contexto determinado de la investigación (Hernández et al., 2014).

#### 3.3.1. ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación corresponde al método deductivo cuantitativo, básico, porque está asociado a la recolección de datos numéricos para su análisis, diseño de investigación no experimental debido a los eventos se describirán tal similar como ocurren sin manipulación de variables, corte transversal porque los informes o datos se recogerán de puntos de muestreo y monitoreo (Hernández et al., 2014).

**Tipo de investigación** : Básico  
**Nivel de investigación** : Descriptivo  
**Diseño de investigación** : No experimental

#### 3.3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

##### a.1 Observación

Nos permitió identificar los puntos de monitoreo de cloro residual libre y recolección de muestras para el laboratorio en la red de distribución del sistema de agua potable del centro poblado de Chucaraya.

##### a.2 Equipos e instrumentos para la recolección de datos del cloro residual.

- 01 Comparador de cloro
- 01 colorímetro de disco y digital
- Tabletas DPD1: para medir Cloro Libre/Total en agua
- GPS
- Formato de control para el monitoreo de cloro residual libre.

- Lapicero
- Tablero de campo

### **a.3 Muestreo de agua potable**

La toma de muestras de agua potable para análisis de laboratorio se basó en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA), el cual establece los procedimientos y estándares para que los proveedores puedan asegurar que el agua potable sea segura y de buena calidad.

### **3.3.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **a. Para el objetivo 01**

Comparador de disco para medir el cloro residual y DPD

Cuaderno de registro de cloro residual

#### **b. Para el objetivo 02**

Cooler conteniendo frascos de recolección de muestras

Cadena de custodia

### **3.3.4. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS**

#### **a. Para el objetivo 01**

Medir los niveles de cloro residual que se encuentran presentes en diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de Ilave.

#### **a.1 Metodología para medir el cloro residual libre.**

Se usó el método de campo DPD (Colorimetría) cuyo procedimiento es:

1. Revisar el estado del comparador de disco
2. Dejar correr el agua por 30 segundos para que quede libre de polvo y óxidos la pileta o grifo
3. Enjuagar los tubos de muestra de agua del blanco y la muestra oficial
4. Recolectar la muestra de 10 ml o 5 ml dependiendo de la tableta DPD en ambos tubos, blanco y primera muestra.
5. Colocar el DPD en la muestra oficial y agitarlo suavemente

6. Una vez que la muestra se torne de un color rosado (ante la presencia de cloro) o no cambie de color se coloca en el comparador de disco para identificar la cantidad de cloro residual presente.
7. Se procede con el registro del PM , el titular de la vivienda.
8. Se enjuagan los tubos de muestras para nuevo uso.

El anexo 3 del “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano” dice que el cloro libre no podrá exceder los 5 mg/L y el cloro residual no podrá ser menor de 0.3 mg/L, además para el control de la eficiencia de la desinfección, se recomienda que el prestador incluya en su Plan de Trabajo mínimamente las siguientes actividades: monitoreo de cloro en la vivienda por el JASS semanal donde el cloro residual sea mayor o igual a 0.5mg/L. El responsable del ATM deberá medir mensualmente el pH del agua y analizar su efecto en la eficiencia de la cloración. El pH debe estar en el rango de 6.8 – 7.5. (GIZ, 2017).

Para el monitoreo del cloro residual se coordinó con el Área Técnico Municipal del distrito de llave y la Junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) del Centro Poblado de Chucaraya.

## a.2 Frecuencia de monitoreo de cloro residual libre.

**Tabla 02:** Frecuencia de monitoreo de cloro residual. (S= semana)

Mes	Abril 2025				Mayo 2025			
Frecuencia	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
PM /VAR	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
PM 0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PM 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PM 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PM 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Fuente:** Elaboración propia

### a) Para el objetivo 02

Determinar la concentración de parámetros microbiológicos en el agua de la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya - Ilave.

#### b.1 Determinación de los puntos de muestreo

La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, toma de muestras y frecuencia en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano deberá ser determinada por la autoridad sanitaria tomándose como base los planos del sistema y teniendo en cuenta algunos criterios en mérito a los lineamientos que establece el DS N° 031 -2010 - SA (DIGESA, 2015).

Por ello los puntos georreferenciados corresponden al ATM -JASS y vigilancia de la calidad de agua la red de salud el Collao Ilave.

**Tabla 03:** Georreferenciación de punto de monitoreo y recolección de muestras

Punto de control	coordenadas UTM	Descripción
PM 0	435375.00 m E - 8213684.00 m S	Reservorio
PM 1	435528.00 m E - 8213745.00 m S	Primera vivienda
PM 2	435568.00 m E - 8214543.00 m S	Segunda vivienda
PM 3	435154.00 m E - 8214689.00 m S	Tercera vivienda

**Fuente:** Área técnica municipal distrito de llave - JASS Chucaraya

### b.2 Metodología de recolección de muestras para el análisis microbiológico

La metodología de recolección de muestras será determinada por el laboratorio encargado del análisis microbiológico ( bacterias coliformes totales, bacterias termotolerantes o fecales , *E. coli*)

**Tabla 04:** Frecuencia de muestreo de agua para análisis de laboratorio (Q= quincena)

Mes	Abril 2025		Mayo 2025	
	Q1	Q2	Q3	Q4
FRECUENCIA	Q1	Q2	Q3	Q4
PM/VAR	CT, CTt, E.Coli	CT, CTt, E.Coli	CT, CTt, E.Coli	CT, CTt, E.Coli
PM 1	✓	✓	✓	✓

**Fuente:** Elaboración propia

### b.3 Instrumento para comparar la desinfección microbiológica

El reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el anexo I establece los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos (UFC o NMP/mL) que debe contener un agua apta para consumo humano

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1.VARIABLE INDEPENDIENTE:

Cloro residual libre

#### 3.4.2.VARIABLE DEPENDIENTE:

Desinfección microbiológica

**Tabla 05:** Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIÓN	UNIDAD	INDICADORES	INSTRUMENTO
Vi. Cloro residual libre	Cloro residual libre $\leq 5$ mg/L	mgL	Cantidad de cloro residual libre en mg/L	Formato de registro de control de cloro residual Comparador de cloro DS 031-2010-SA Anexo III
Vd. Desinfección microbiológica	CT = 0/100 mL a 35°C	UFC/100 mL	Cantidad de UFC/100mL	DS:031-2010 -SA (Anexo I)
	CTt = 0/100 mL a 44,5°C	UFC/100 mL	Cantidad de UFC/100mL	Límites máximos permisibles parámetros microbiológicos y parasitológicos
	E.coli = 0/100 mL a 44,5°C	UFC/100 mL	Cantidad de UFC/100mL	

### 3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

El estudio realizado corresponde al tipo de estadística descriptiva y al diseño no experimental transversal, se recolectaron datos en límites máximos, límites mínimos de concentración de cloro residual (mg L) y muestras de agua para ello análisis de parametros microbiologicos en laboratorio los cuales fueron comparados con el “DS 031 2010 Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”. Para la sistematización, análisis y presentación de resultados se emplearon tablas, estadígrafos y figuras de los datos obtenidos producto de la recolección de datos en campo y los análisis de laboratorio de las muestras de agua, se realizó con el soporte del método estadístico descriptivo, para su correspondiente interpretación análisis y discusión de los resultados previa comparación con los anexos I y III del DS 031-2010 SA “ Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”.

## CAPÍTULO IV

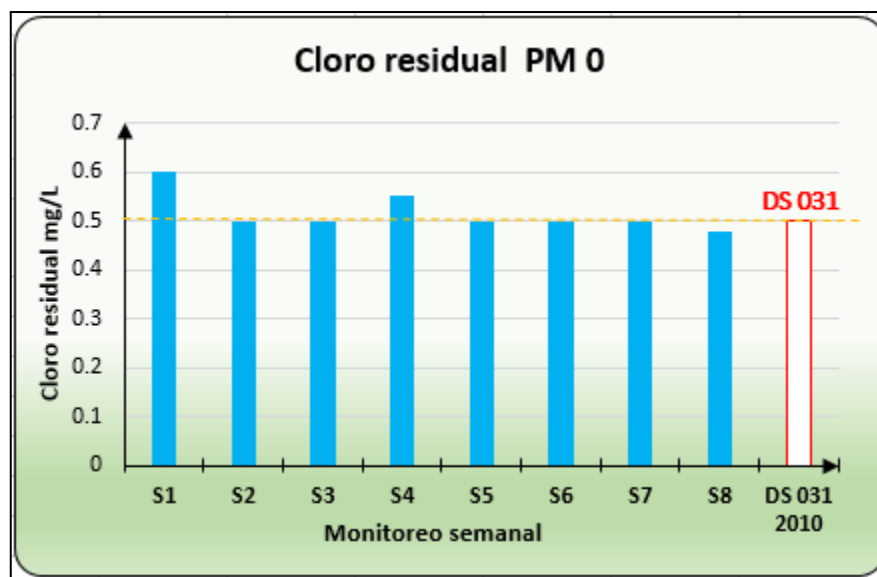
### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados revelan que las concentraciones de cloro residual en la red de distribución del centro poblado de Chucaraya son inferiores a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano (0.5 mg/L) ; así mismo, el análisis de los parámetros microbiológicos no cumple con los mínimos establecidos en el anexo I del DS-031-2010 S.A. Lo que detallamos y describimos a continuación.

#### 4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 01: CONCENTRACIÓN DEL CLORO RESIDUAL

**Tabla 06:** Cloro residual - punto de monitoreo (PM 0) - reservorio

Descripción	Abril		Mayo						LMP		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	DS	031	
Control de Cl										2010	
PM 0	0.6	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.48	0.5		



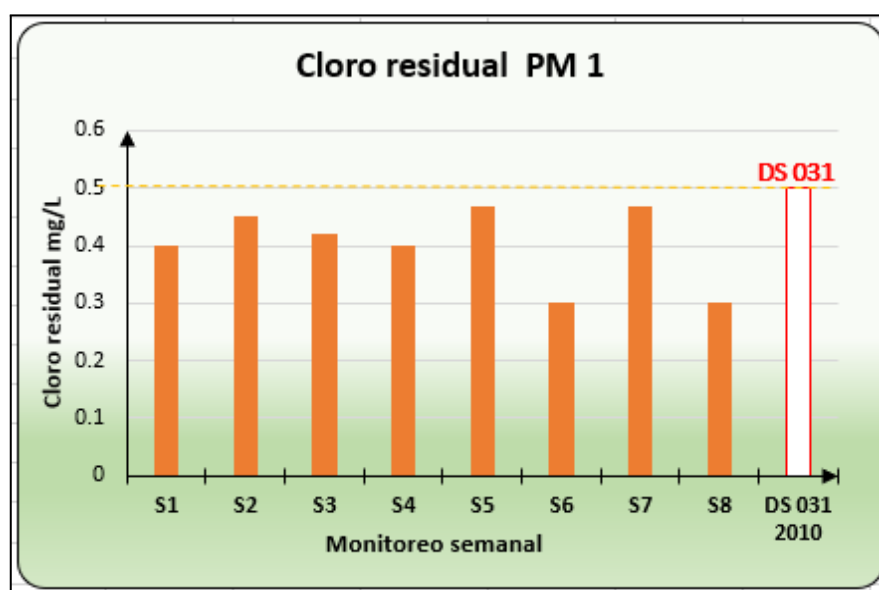
**Figura 07:** Cloro residual en el punto de monitoreo PM 0 - reservorio C.P. Chucaraya

La tabla 06 y la figura 07 muestran el registro de cloro residual del PM 0 que es el reservorio del centro poblado de Chucaraya durante 8 semanas, donde la S1(0.6 mg/L), S2(0.5 mg/L) S3 (0.5 mg/L), S4 (0.55 mg/L), S5 (0.5 mg/L) y S6 (0.5 mg/L), y S7 (0.5 mg/L) los resultados del monitoreo indican que cumple con el valor mínimo establecido en el DS 031-2010-SA, en cambio en la S8(0.48 mg/L), reduce en 0.2mg/L que comparado con el reglamento de la calidad de agua estaría por debajo del límite mínimo establecido, Por otro lado los resultados obtenidos son inferiores a los hallazgos de Coila y Mamani (2022) en la tesis “Sistema de cloración por goteo a diferentes altitudes y el cloro residual, en Capachica, San Antón y Potoni - Puno -2022; donde el cloro residual en el sistema de abastecimiento de agua del distrito de Capachica tiene una máxima de cloro residual de 1.27 mg/L en el reservorio a una altitud de 3792 msnm y la mínima es de 0.55 mg/L monitoreado en la última vivienda; así mismo los hallazgos de Acuña y Ramirez (2022) en el estudio titulado “Eficiencia de remoción de parámetros microbiológicos del agua de consumo humano en el centro poblado Viejo San Martín, distrito de Campanilla, Mariscal Cáceres, San Martín” el cloro libre residual en los cuatro puntos del sistema (reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda), encontró valores de 0,97; 1,10; 0,91 y 0,82. se observa que la concentración fue

disminuyendo a lo largo de la red de distribución y en todos los puntos el cloro residual fue superior a 0,5 mg/L, con lo cual se asegura la desinfección del agua

**Tabla 07:** Cloro residual - punto de monitoreo 01 - Red de distribución

Descripción	Abril				Mayo				LMP
Control de Cl	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	<b>DS 031 2010</b>
PM 1	0.4	0.45	0.42	0.4	0.47	0.3	0.47	0.3	<b>0.5</b>



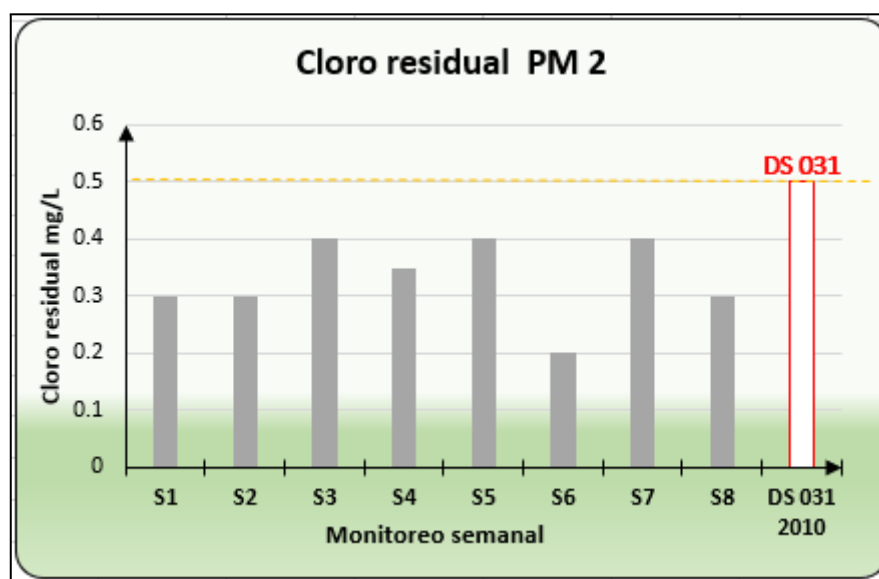
**Figura 08:** Cloro residual en el punto de monitoreo PM 01 - C.P. Chucaraya

La tabla 07 y la figura 08 muestran el registro de cloro residual durante 8 semanas del punto de monitoreo PM 1 que es la primera conexión domiciliar de la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, donde los valores registrados de la S1(0.4 mg/L), S2(0.45 mg/L) S3 (0.42 mg/L), S4 (0.4 mg/L), S5 (0.47 mg/L) y S6 (0.3 mg/L), S7 (0.47 mg/L) y S8(0.3 mg/L), no cumple con el valor mínimo establecido en el DS 031-2010-SA, lo que guarda cierta relación con lo encontrado por Cabrera (2024), quien al observar la “concentración de cloro en el agua potable en hogares abastecidos por el pozo 5 de la entidad prestadora del servicio de agua en la zona Pampa de la Isla - Santa Cruz”, encontró que el promedio de cloro residual es de 0,28 ppm, pero a medida que se aleja de la fuente de distribución, el valor reduce a 0.09 y 0.00 ppm a 500 metros de distancia,

lo que implicaría que este se ha ido consumiendo en el trayecto de la red de distribución. recomendando que para asegurar la desinfección se deberían realizar pruebas microbiológicas que garanticen la ausencia de organismos vivos en el agua de consumo humano. En consecuencia los resultados de ambas investigaciones no cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano; por lo tanto no se garantiza la desinfección del agua.

**Tabla 08:** Cloro residual - punto de monitoreo 02 - Red de distribución

Descripción	Abril		Mayo						LMP
Control de Cl	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	<b>DS 031 2010</b>
PM 2	0.3	0.3	0.4	0.35	0.4	0.2	0.4	0.3	<b>0.5</b>



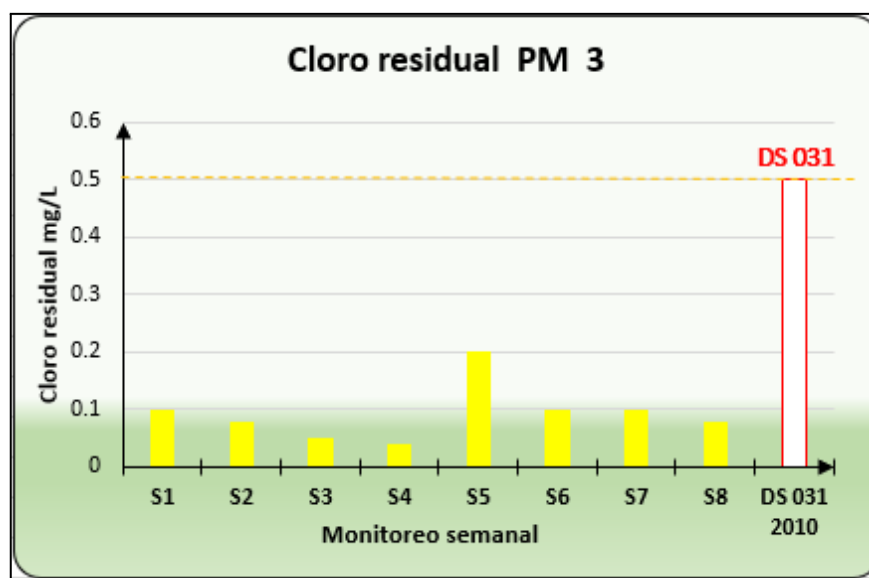
**Figura 09:** Cloro residual en el punto de monitoreo 02 - C.P. Chucaraya

La tabla 08 y la figura 09 evidencian el registro de cloro residual durante 8 semanas del punto de monitoreo PM2 que es la segunda conexión domiciliar de la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, donde los valores registrados de la S1(0.3 mg/L), S2(0.3 mg/L) S3 (0.4 mg/L), S4 (0.35 mg/L), S5 (0.4 mg/L) y S6 (0.2 mg/L), S7 (0.4 mg/L) y S8(0.3 mg/L), Estos resultados se aproximan a los hallazgos de Vega y González (2024), quien reporta que el cloro residual en la red de distribución de agua potable en los

barrios Alto Perú, Los Ángeles y Bajo en el distrito de Chirinos, no está entre los parámetros del Decreto Supremo N° 031-2010-SA. ya que se obtuvieron niveles mínimos de cloro residual de 0.2015 y 0.2335 mg/L, encontrándose que, en el Barrio Alto Perú, el 100.00% de las muestras no cumplen con los estándares legales.

**Tabla 09: Cloro residual - punto de monitoreo 03 - Red de distribución**

Descripción	Abril		Mayo						LMP	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	DS	031
Control de Cl										
PM 3	0.1	0.08	0.05	0.04	0.2	0.1	0.1	0.08	<b>0.5</b>	



**Figura 10:** Cloro residual en el punto de monitoreo 03 - C.P. Chucaraya.

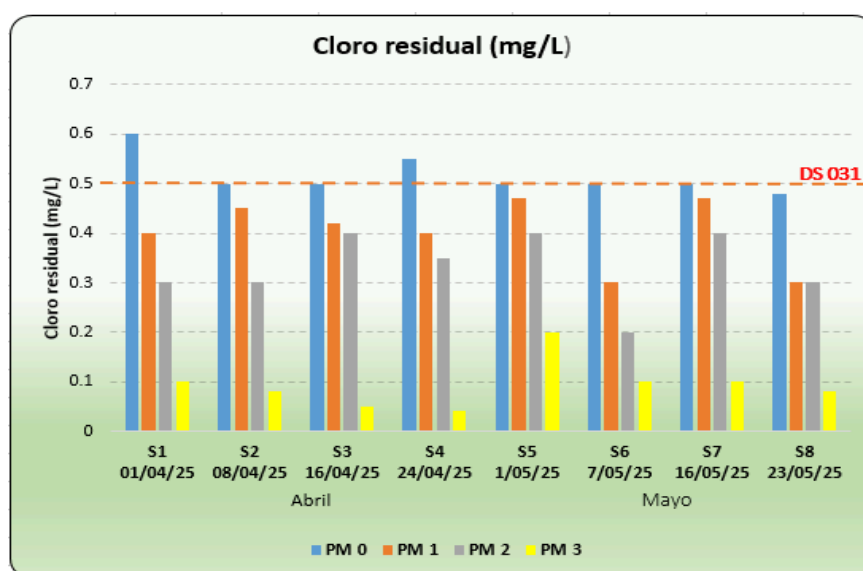
La tabla 09 y la figura 10 evidencian el registro de cloro residual durante 8 semanas del punto de monitoreo PM 3 que es la tercera conexión domiciliar de la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, donde los valores registrados de la S1(0.1 mg/L), S2(0.08 mg/L) S3 (0.05 mg/L), S4 (0.04 mg/L), S5 (0.2 mg/L) y S6 (0.1 mg/L), S7 (0.1 mg/L) y S8(0.08 mg/L), resultados que son muy inferiores a la reportado por Mamani (2024) en su tesis titulada “Calidad del agua potable y nivel de satisfacción de los usuarios del barrio Los Olivos del distrito de Ilave, 2024” donde se evidenciaron que el

nivel de cloro residual en el agua es de 0.42 mg/L y está por debajo de la normativa, lo que afecta su calidad siendo percibida negativamente por los usuarios. ya que no cumple con el valor mínimo establecido en el DS 031-2010-SA, reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

#### 4.1.1. RESUMEN DE MONITOREO DE CLORO RESIDUAL

**Tabla 10:** Resumen del monitoreo de cloro residual Red de distribución C.P. Chucaraya

Descripción	Abril				Mayo				
	S1								
Contro		S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
I	Hora	01/04/2	08/04/2	16/04/2	24/04/2		7/05/2	16/05/2	23/05/2
de Cl	a.m.	5	5	5	5	1/05/25	5	5	5
PM 0	9:20	0.6	0.5	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.48
PM 1	9:30	0.4	0.45	0.42	0.4	0.47	0.3	0.47	0.3
PM 2	9:40	0.3	0.3	0.4	0.35	0.4	0.2	0.4	0.3
PM 3	9:50	0.1	0.08	0.05	0.04	0.2	0.1	0.1	0.08



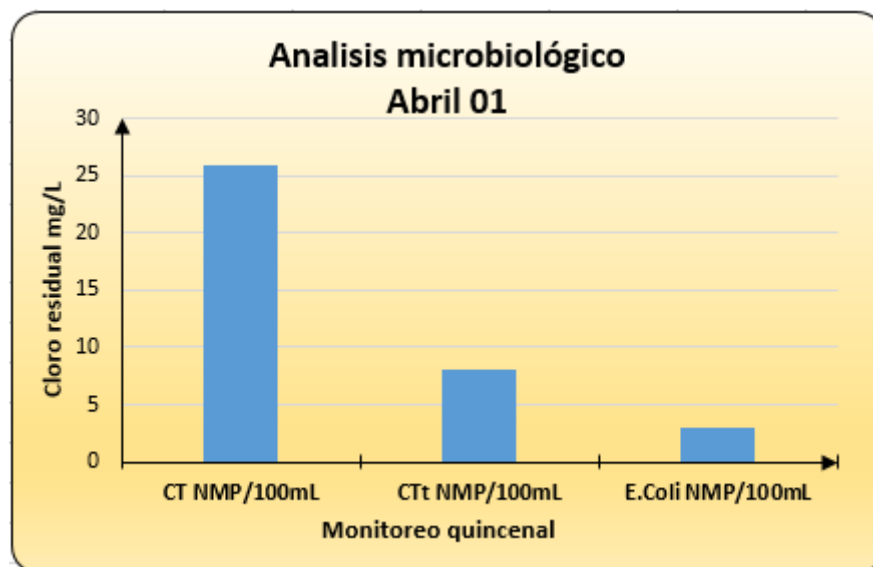
**Figura 11:** Resumen del monitoreo de Cloro residual abril - mayo - C.P. Chucaraya

De la totalidad de puntos monitoreados durante las 8 semanas La tabla 10 y la figura 11 evidencian que el cumplimiento con la normativa se da parcialmente en el PM 0 (reservorio) durante las semanas S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 con el valor mínimo que establece el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, en cambio en la octava semana evidencia un valor por debajo del mínimo establecido por el DS 031- 2010 SA S8(0.48 mg/L), además los puntos de monitoreo PM 1, PM 2, PM 3 durante las 8 semanas el registro de valores de cloro residual está por debajo del estándar mínimo.

#### 4.2. OBJETIVO 02: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**Tabla 11: Resultado de análisis microbiológico 01**

Control MB	Nro de muestra	Hora	CT NMP/100m	CTt NMP/100m	E. Coli NMP/100mL
PM 1	Abril 01	9:35 a.m.	26	8	< 3



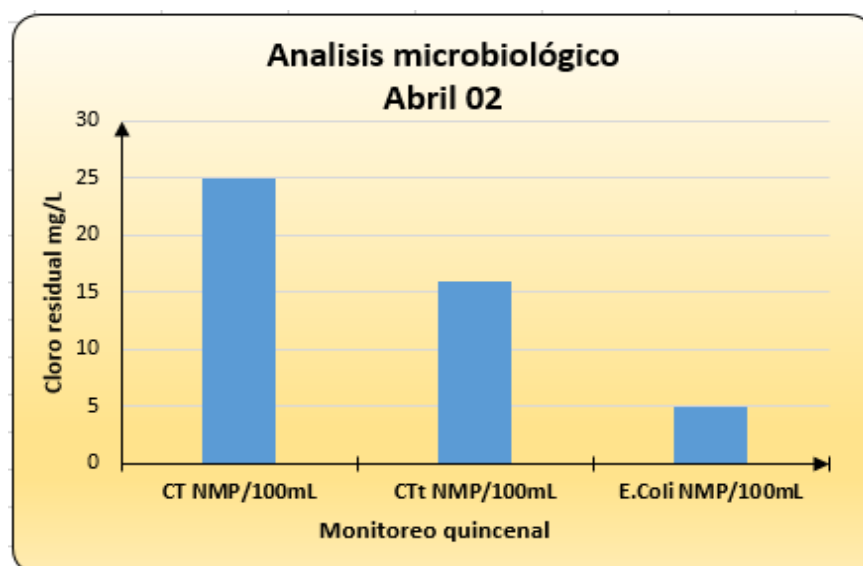
**Figura 12:** Resultado del análisis microbiológico 01 (PM 1) - C.P. Chucaraya

La tabla 11 y la figura 12 nos muestran los resultados del informe del análisis 01 de laboratorio realizado al PM1 en el mes de abril por la baja concentración del cloro residual donde los Coliformes totales es CT= 26 NMP/100 mL, Coliformes termotolerantes CTt = 8 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 3 NMP/100 mL, estos

resultados son inferiores a lo encontrado por Sempertegui (2021), en el estudio “Determinación de la calidad microbiológica del agua para el consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa (Chota cajamarca), en 3 parámetros microbiológicos: coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli, demostrando que los valores de coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli son de 200 UFC/100ml; 220 UFC/ 100 ml y 188 UFC 100 ml que superan los valores del DS N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano lo que implica que para ser consumida tenga que recibir cloración con los valores que la normativa establece.

**Tabla 12:** Resultado de análisis microbiológico 02

Control MB	Nro de muestra	Hora	CT NMP/100mL	CTt NMP/100mL	E.Coli NMP/100mL
PM 1	Abril 02	9:35 a.m.	25	16	< 5



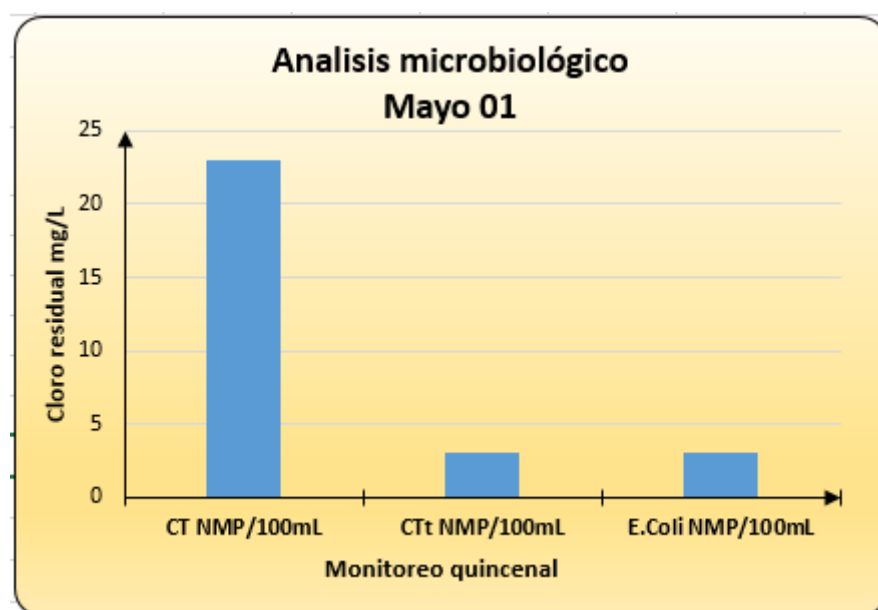
**Figura 13:** Resultado del análisis microbiológico 02 (PM 1) - C.P. Chucaraya

La tabla 12 y la figura 13 muestran los resultados del informe del análisis 02 de laboratorio realizado al PM1 en el mes de abril en la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, donde los Coliformes totales son de CT= 25 NMP/100 mL,

Coliformes termotolerantes CTt = 16 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 5 NMP/100 mL, lo que no cumple con el DS 031-2010-SA, ANEXO I lo que guarda relación con lo encontrado por Cisneros (2024), en la tesis titulada “Análisis de la calidad del agua de consumo en la red de distribución de agua potable del sector urbano del cantón Chambo” Ubicado en Ecuador, donde los muestreos de cada 8 días por seis semanas, de los 08 puntos el Cloro residual no se encuentra en el rango de 0,3 a 1,5 mg/L por lo que los coliformes fecales se mostraron con un promedio de 1 NMP/100mL atribuidos a prácticas de defecación al aire libre y a la actividad ganadera incumpliendo con la normativa Ecuatoriana. Estos resultados coinciden en que a menor concentración de cloro residual existe la probabilidad de encontrar coliformes y E.coli en el agua de las redes de distribución

**Tabla 13:** Resultado de análisis microbiológico 03

Control MB	Nro de muestra	de Hora	CT NMP/100mL	CTt NMP/100mL	E. Coli NMP/100mL
PM 1	Mayo 01	9:35 a.m.	23	< 3	< 3

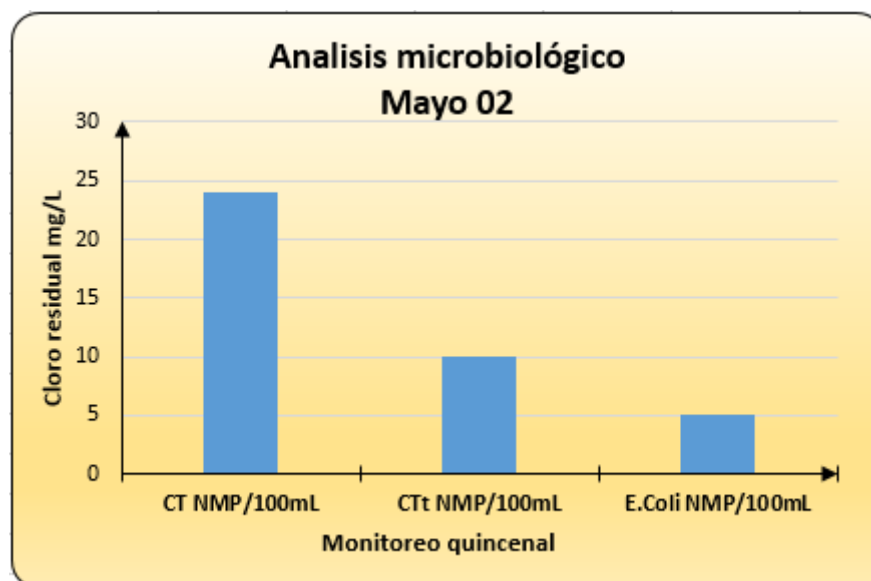


**Figura 14:** Resultado del análisis microbiológico 03 (PM 1) - C.P. Chucaraya

La tabla 13 y la figura 14 nos muestran los resultados del informe del análisis 01 de laboratorio realizado al PM1 donde los valores registrados del parámetro microbiológico de Coliformes totales es CT= 23 NMP/100 mL, Coliformes termotolerantes CTt = < 3 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 3 NMP/100 mL, que son inferiores a los hallazgos de Mejia y Taipe (2021) en el estudio “Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las enfermedades infecciosas gastrointestinales, CC.PP Matahuasi, distrito de Vilca, provincia de Huancavelica, 2021”.donde los Coliformes fecales, muestran concentraciones desde “1,8 NMP/100 mL” hasta “3 NMP/100mL” y en Coliformes totales desde “40 NMP/100 mL” a “80 NMP/100mL”. y que hay un gran riesgo de que la población presente estas enfermedades infecciosas gastrointestinales por lo tanto se incumple con el DS 031-2010-SA, ANEXO I reglamento de la calidad de agua para consumo humano; en consecuencia el consumo del agua a partir del PM1 representa un peligro para la salud del poblador del C.P de Chucaraya.

**Tabla 14:** Resultado de análisis microbiológico 04

<b>Control MB</b>	<b>Nro de muestra</b>	<b>de Hora</b>	<b>CT NMP/100mL</b>	<b>CTt NMP/100mL</b>	<b>E. Coli NMP/100mL</b>
PM 1	Mayo 02	9:35 a.m.	24	10	< 5



**Figura 15:** Resultado del análisis microbiológico 04 (PM 1) - C.P. Chucaraya

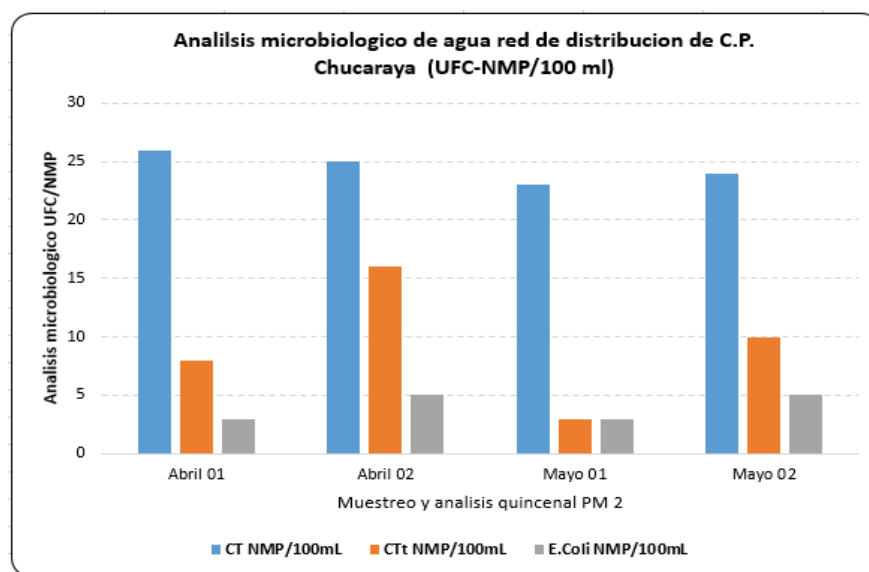
La tabla 14 y la figura 13 muestran los resultados del informe del análisis 02 de laboratorio realizado al PM1 en el mes de mayo donde los valores registrados del parámetro microbiológico de Coliformes totales es de CT= 24 NMP/100 mL, Coliformes termotolerantes CTt = 10 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 5 NMP/100 mL, lo que guarda relación con lo encontrado por Tipo (2024) al evaluar el sistema de abastecimiento y la calidad del agua potable del centro poblado de Oruro, distrito de Crucero - en 5 puntos de muestreo (captación, reservorio, vivienda inicial, intermedia y final) analizando los parámetros físico-químicos y microbiológicos donde el cloro residual fue de <0.02 mg/L y los parámetros microbiológicos varían entre: 49 NMP/100ml a 58 NMP/100ml de coliformes totales, <1.8 NMP/100ml de coliformes fecales y Escherichia Coli, 1975 Org./L a 1995 Org./L de Organismos de vida libre; superando los LMP, representando un riesgo para la salud de los usuarios por la pésima calidad de agua, así mismo con los hallazgos de Cruz (2023), en su investigación desarrollada en el Distrito de llave, para evaluar el nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable se detectó la presencia de Coliformes Totales con promedios de 50.33 UFC/100 ml en el P1 (captación), P2 (reservorio) 73 UFC/100 ml y 30 UFC/100 ml en viviendas; coliformes termotolerantes o

fecales con promedio de 46 UFC/100 ml en el P1 (captación ), P2 (reservorio) 15 UFC/100 ml y 4 UFC/100 ml en viviendas y Escherichia coli con un promedio de 11 UFC/100 ml en P1 (captación), 7 UFC/100 ml en el P2 (reservorio) y 1 UFC/100 ml en viviendas: teniendo en cuenta que en los punto de captación y reservorio se encontraron mayor cantidad de colonias, concluyendo que existe alta concentración de contaminantes microbiológicos evaluados que de no ser tratado (clorado) puede afectar a la salud poblacional de la localidad de llave. Por lo tanto, el consumo del agua a partir del PM1 representa un peligro para la salud del poblador del C.P de Chucaraya. ya que esta no cumple con el DS N° 031- 2010 -SA.

#### 4.2.1.RESUMEN ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (PM 1)

**Tabla 15:** Resumen de análisis microbiológico al PM1

Control de MB	Nro de muestra	de Fecha	Hora	CT NMP/100m L	CTt NMP/100m L	E. Coli NMP/100m L
		08/04/202				
PM 1	Abril 01	5	9:35 a. m	26	8	3
		24/04/202				
PM 1	Abril 02	5	9:35 a. m	25	16	5
		07/05/202				
PM 1	Mayo 01	5	9:35 a.m.	23	3	3
		23/05/202				
PM 1	Mayo 02	5	9:35 a.m.	24	10	5



**Figura 16:** Resumen de resultados del análisis microbiológico (PM 1) - C.P. Chucaraya

La tabla 15 y la figura 16 nos muestran el resumen de los resultados del informe de los análisis de laboratorio realizado al PM1 en los meses de abril y mayo por la notoria disminución del cloro residual en la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, donde los valores registrados del parámetro microbiológico abril 1 de CT= 26 NMP/100 mL, Coliformes termotolerantes CTt = 8 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 3 NMP/100 mL; abril 2 de Coliformes totales es CT= 25 NMP/100 mL, Coliformes termotolerantes CTt = 16 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 5 NMP/100 mL; Mayo 1 Coliformes totales es CT= 23 NMP/100 mL, Coliformes termotolerantes CTt = < 3 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 3 NMP/100 mL; mayo 2 Coliformes totales es CT= 24 NMP/100 mL, Coliformes termotolerantes CTt = 10 NMP/100 mL y Escherichia Coli E.Coli = < 5 NMP/100 mL. Al ser comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el DS 031-2010-SA, ANEXO I reglamento de la calidad de agua para consumo humano; no cumple,. Por lo tanto, el consumo del agua representa un peligro para la salud del poblador del C.P de Chucaraya.

#### 4.3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Dada la hipótesis: El cloro residual presente en la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de llave no es efectivo para la desinfección

microbiológica, logrando niveles no adecuados de eliminación de microorganismos patógenos.

Se plantea la hipótesis nula e hipótesis alterna considerando como:

Hipótesis nula ( $H_0$ ), El cloro residual presente en la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de llave no es efectivo para la desinfección microbiológica, logrando niveles no adecuados de eliminación de microorganismos patógenos.

Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): El cloro residual presente en la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de llave si es efectivo para la desinfección microbiológica, logrando niveles adecuados de eliminación de microorganismos patógenos.

Entonces, conforme a los resultados obtenidos durante el monitoreo de cloro residual respecto a la efectividad en la desinfección microbiológica y análisis de laboratorio del agua de la red de distribución del centro poblado de Chucaraya, comparados con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA Anexo I y III , debemos rechazar la  $H_a$  y aceptar la  $H_0$ ; ya que los resultados se encuentran muy por debajo de los límites establecidos de cloro residual (inferior a 0.5mg/L) y mayores a 0 UFC de Coliformes totales, termotolerantes o fecales y E.coli..

#### **4.3.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1**

En diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya del distrito de llave, se encuentran niveles de cloro residual que no cumplen con los estándares mínimos necesarios para la desinfección microbiológica efectiva.

##### **HIPÓTESIS NULA: $H_0$ .**

En diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya del distrito de llave, se encuentran niveles de cloro residual que sí cumplen con los estándares mínimos necesarios para la desinfección microbiológica efectiva.

##### **HIPÓTESIS ALTERNA: $H_a$ .**

En diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya del distrito de llave, se encuentran niveles de cloro residual que no cumplen con los estándares mínimos necesarios para la desinfección microbiológica efectiva. Por lo tanto: Se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ) y se rechaza la nula ( $H_0$ )

#### **4.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.**

La concentración de parámetros microbiológicos en el agua distribuida en el Centro poblado de Chucaraya – llave supera los límites máximos permisibles contemplados en el DS 031-2010-SA.

#### **HIPÓTESIS ALTERNA: $H_a$ .**

La concentración de parámetros microbiológicos en el agua distribuida en el Centro poblado de Chucaraya – llave supera los límites máximos permisibles contemplados en el DS 031-2010-SA.

#### **HIPÓTESIS NULA: $H_0$ .**

La concentración de parámetros microbiológicos en el agua distribuida en el Centro poblado de Chucaraya – llave no supera los límites máximos permisibles contemplados en el DS 031-2010-SA. Por lo tanto: Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la alterna ( $H_a$ ).

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El cloro residual encontrado no es efectiva en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del centro poblado de chucaraya - llave , 2025 de acuerdo a los resultados obtenidos, evidencian que no cumple con el reglamento de la calidad de agua DS N° 031-2010-S.A; por tanto, el agua de la red de distribución representa un riesgo para la salud humana. De esta manera, se acepta la H<sub>0</sub> y se rechaza la H<sub>a</sub>.

**SEGUNDA:** Los resultados obtenidos durante el monitoreo de Cloro residual en diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya del distrito de llave, se encuentran bajos niveles de cloro residual sobre todo en los puntos de monitoreo de la red de distribución PM1 (S=semana) S1=0.4, S2=0.45, S3=0.42, S4=0.4, S5=0.47, S6=0.3, S7=0.47 y S8=0.3 mg/l; PM2 S1=0.3, S2=0.3, S3=0.4, S4=0.3.5, S5=0.4, S6=0.2, S7=0.4 y S8=0.3 mg/l, PM3 S1=0.1, S2=0.08, S3=0.05, S4=0.3.5, S5=0.04, S6=0.2, S7=0.1 y S8=0.08 mg/l. Por lo tanto, no cumplen con los estándares mínimos necesarios para la desinfección microbiológica establecidas en el DS N° 031-2010-S.A, lo que pone en riesgo la salud de los habitantes que consumen el agua en el centro poblado.

**TERCERA:** En cuanto a la concentración de parámetros microbiológicos en el agua distribuida en el Centro poblado de Chucaraya – llave, supera los límites máximos permisibles contemplados en el DS 031-2010-SA. siendo las concentraciones en la Q1=quincena (abril 01) Coliformes totales (CT) de 26 UFC/100mL, Coliformes Termotolerantes o fecales de CTt 3 UFC/100mL y E.coli de 3 UFC/100mL. En la Q2 (abril 02) Coliformes totales (CT) de 25 UFC/100mL, Coliformes Termotolerantes o fecales de

CTt 16 UFC/100mL y E.coli de 5 UFC/100mL. En la Q3 (mayo 1), Coliformes totales (CT) de 23 UFC/100mL, Coliformes Termotolerantes o fecales de CTt 3 /UFC/100mL y E.coli de 3 UFC/100mL En la Q4 (mayo 2), Coliformes totales (CT) de 24 UFC/100mL, Coliformes Termotolerantes o fecales de 10 UFC/100mL y E.coli de 5 UFC/100mL. lo que pone en riesgo la salud de los usuarios del agua debido a que la desinfección no garantiza agua segura para los pobladores del centro poblado de Chucaraya.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** A las autoridades locales de la Municipalidad del Centro Poblado gestionar capacitación y sensibilizar a la Junta administradora de los servicios de saneamiento (JASS) ya que ellos son los responsables de suministrar el hipoclorito de calcio al tanque de cloración y la calibración respectiva para la desinfección en el sistema de agua del Centro Poblado para así garantizar una buena cloración y agua segura..

**SEGUNDA:** Al área técnica municipal del distrito de llave tomar interés en brindar asistencia técnica al JASS del centro poblado de Chucaraya en el tratamiento y monitoreo del agua potable en la red de distribución, reservorio y análisis en laboratorio periódico para evitar enfermedades gastrointestinales.

**TERCERA:** Evaluar la operatividad del sistema de cloración del reservorio y red de distribución del centro poblado de Chucaraya ya que los resultados obtenidos pueden deberse a averías en la misma .

**CUARTA:** Se recomienda a los futuros investigadores considerar en estudios posteriores parámetros como Ph, Temperatura, Turbiedad ya que estos factores podrían también determinar el efecto del cloro residual en la desinfección microbiológica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Coronel, S., & Ramírez Ruiz, L. M. (2022). *Implementación de un sistema de cloración para el agua de consumo humano en el centro poblado de Viejo San Martín, Distrito de Campanilla*.  
<http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/6166>
- Alvarado, J., & Marrache, I. (2020). *Agua y Saneamiento en el Perú: Estado, retos y reflexiones* | *Revista de Derecho Administrativo*.  
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/24314>
- ATSDR. (2021, enero 25). *ToxFAQs™: Hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio (Calcium Hypochlorite/Sodium Hypochlorite)* | *ToxFAQ* | *ATSDR*.  
[https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts184.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts184.html)
- Aucapiña Deleg, N. L., & Zumba Cárdenas, J. A. (2024). *Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua tratada de la junta de agua potable y saneamiento “La Paz”*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/45497>
- Avila Perez, C. (2013). *Protocolo de validación para la determinación de cloro libre en agua con n,n-dietil-p-fenilendiamina*.  
<https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000690147>
- Cabrera Fustamante, A. A. (2023). *Valoración y optimización de la dosificación de cloro en la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota*.  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11776>
- Cabrera, S. D. G. (2024). Implicaciones para la calidad y seguridad hídrica concentración de cloro en el agua potable en hogares abastecidos por el pozo 5 de la entidad prestadora del servicio de agua en la zona Pampa De La Isla—Santa Cruz. *Emergentes - Revista Científica*, 4(3), Article 3.  
<https://doi.org/10.60112/erc.v4i3.215>
- Cisneros Montero, B. A. (2024). *Análisis de la calidad del agua de consumo en la red de distribución de agua potable del sector urbano del cantón Chambo* [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo].

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12984>

Coila Quispe, Y. T., & Mamani Carcausto, S. S. (2022). Sistema de cloración por goteo a diferentes altitudes y el cloro residual, en Capachica, San Antón y Potoni—Puno -2022. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108864>

COSUDE. (2018). *Instalación del – hipoclorador por goteo con flotador» – Cooperación Suiza en Perú.*

[https://www.cooperacionsuiza.pe/?s=instalaci%C3%B3n+del+-+hipoclorador+por+goteo+con+flotador&post\\_type=publicacion&categoria\\_de\\_publicacion=cosude](https://www.cooperacionsuiza.pe/?s=instalaci%C3%B3n+del+-+hipoclorador+por+goteo+con+flotador&post_type=publicacion&categoria_de_publicacion=cosude)

Cruz Mamani, M. (2023). Evaluación del nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable del distrito de llave 2021 – 2022. *Universidad Privada San Carlos.*

<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/567>

Decreto Supremo N° 031. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.*

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>

Díaz García, S., & González Pérez, J. (2022). *La importancia de la temperatura del agua en las redes de abastecimiento.* <https://hdl.handle.net/10578/30612>

DIGESA. (2011). : *DIGESA - Dirección General De Salud Ambiental (DS 031 -2010)::* [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/index.asp](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/index.asp)

DIGESA. (2015). *RD - 160—2015—DIGESA - Protocolo para La Toma de Muestras, Preservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción de Agua para Consumo Humano* PDF | PDF. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/389638417/RD-160-2015-DIGESA-Protocolo-para-la-toma-de-muestras-preservacion-transporte-almacenamiento-y-recepcion-de-agua-para-consumo-humano-pdf>

DS N° 031-2010-SA. (2010). *Decreto Supremo N.° 031-2010-SA.* <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>

- Gaspar-Santos, M. E., & Suárez-Véliz, M. F. (2024). Desarrollo sostenible y el derecho al agua: Una perspectiva global. *Iustitia Socialis. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Criminalísticas*, 9(17), 35-49. <https://doi.org/10.35381/racji.v9i17.3930>
- GIZ. (2017). *GIZ 2017. Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable—Studocu*. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-santiago-antunez-de-mayolo/geologia/giz-2017-manual-para-la-cloracion-del-agua-en-sistemas-de-abas-tecimiento-de-agua-potable/54689781>
- Guevara Fonseca, Y. (2021). Análisis de los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos del Agua para Consumo Humano en el Centro Poblado Tomaque – Bagua, 2021. *Universidad Nacional de Jaén*. <http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/198>
- HANNA. (2020). *¿Sabías qué existen diferentes tipos de cloro?* <https://www.hannainst.es/blog/1572/Sabias-que-existen-diferentes-tipos-de-cloro>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Iñiguez-Muñoz, L. E., Anaya-Esparza, L. M., Castañeda-Villanueva, A. A., Martínez-Esquivias, F., Carvajal-Hernández, M., & Robles, M. D. M. (2022). Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatlán, Jalisco. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 8(15), Article 15. <https://doi.org/10.29057/icap.v8i15.7958>
- Jasser, A. O. (2007). Chlorine decay in drinking-water transmission and distribution systems: Pipe service age effect. *Water Research*, 41(2), 387-396. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.08.032>
- Jiménez, J. M. Z., Palacio, N. J. R., Giraldo, B. A. B., & García-Núñez, J. A. (2023). Metodología analítica para la determinación del contenido de cloro total en aceite de palma crudo mediante análisis elemental (oxidativo y micro coulombimetría). *Palmas*, 44(3), Article 3.

- Larrea-Murrell, J. A., Rojas-Badía, M. M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N. M., & Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: Revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34.
- Ley N° 26338. (2003). *Ley General de Servicios de Saneamiento Ley N° 26338*. <https://www2.congreso.gob.pe/sicr/tradocestproc/clproley2001.nsf/pley/D7C2D228DCE1F78B05256D25005CAFA6?opendocument>
- Macas Acurio, A. J. (2011). *Validación de métodos analíticos para la determinación de cloro libre residual, cromo hexavalente, cromo total y nitritos en muestras de agua, en el Centro de Investigaciones y Control Ambiental CICAM*. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3136>
- Mamani Atamari, M. (2023). *Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla- 2023* [Universidad Privada San Carlos]. <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/736>
- Mamani Condori, F. J. (2024). Calidad del agua potable y nivel de satisfacción de los usuarios del barrio Los Olivos del distrito de Ilave, 2024. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/841>
- Mamani Maron, R. R. (2024). Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Corpa—Distrito de Sicuani, 2023. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/870>
- Mejía Chancasanampa, A. C., & Taipe Matamoros, J. O. (2021). Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las enfermedades infecciosas gastrointestinales, CC.PP Matahuasi, distrito de Vilca, Provincia de Huancavelica, 2021. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11472>
- Minchan Calderón, A., Vasquez Leon, B. G., Vasquez Arangoitia, C. L., Moreno Gutierrez, D. L., Ordoñez Fuentes, F. de M., Rojas Arteaga, N. H., Torres Capcha, P. A., & Ponce Jara, R. N. (2018). *Vigilancia y control de la calidad del agua. Guía del*

participante. <http://bvs.minsa.gob.pe/cgi-bin/wxis1660.exe/lildbi/iah/>

Muñoz-Castellanos, L. N., Borrego-Loya, A., Villalba-Bejarano, C. V., González-Escobedo, R., Orduño-Cruz, N., Villezcas-Villegas, G. P., Rodríguez-Roque, M. J., Avila-Quezada, G. D., Vargas-Arispuro, I., Muñoz-Castellanos, L. N., Borrego-Loya, A., Villalba-Bejarano, C. V., González-Escobedo, R., Orduño-Cruz, N., Villezcas-Villegas, G. P., Rodríguez-Roque, M. J., Avila-Quezada, G. D., & Vargas-Arispuro, I. (2021). El cloro y su importancia en la inactivación de bacterias, ¿Puede inactivar virus? *Revista mexicana de fitopatología*, 39(SPE), 198-206. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2021-4>

Ocampo-Rodríguez, D. B., Vázquez-Rodríguez, G. A., Martínez-Hernández, S., Iturbe-Acosta, U., & Coronel-Olivares, C. (2022). Desinfección del agua: Una revisión a los tratamientos convencionales y avanzados con cloro y ácido peracético. *Ingeniería del Agua*, 26(3), 185-204. <https://doi.org/10.4995/ia.2022.17651>

OMS. (2023). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Ordóñez Aguirre, G. A., & Quiroz Silva, B. I. (2021). *Determinación de la concentración de cloro libre residual mediante técnicas electroquímicas* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21474>

Paredes Sotomayor, B. W. (2022). Efectos de los Sistemas de Cloración por Goteo en la Concentración de Cloro Residual del Agua Potable en Zonas Rurales. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4940>

Quijandria Casanova, S. (2017). Control de Calidad de Agua – Determinación de Cloro Residual con DPD. *R-Chemical*. <https://www.r-chemical.com/control-de-calidad-de-agua-determinacion-de-cloro-residual-con-dpd/>

SABA. (2014). *Manual de Instalación, Operación y Seguimiento de Sistema de Cloración Por Goteo SABA Plus—Versión 2 [PDF] | Free PDF Manuals*.

- <https://dl-manual.com/doc/manual-de-instalacion-operacion-y-seguimiento-de-sistema-de-cloracion-por-goteo-saba-plus-version-2-0vejmm15x2op>
- Sadiq, R., & Rodriguez, M. J. (2004). Disinfection by-products (DBPs) in drinking water and predictive models for their occurrence: A review. *The Science of the Total Environment*, 321(1), 21-46. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2003.05.001>
- Sempértegui Rafael, R. M. (2021). *Calidad microbiológica del agua para consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota*. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/184>
- SUNASS. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú—SUNASS*. <https://www.gob.pe/sunass>
- Soncco, A. (2024). Evaluación del sistema de abastecimiento y la calidad del agua potable del Centro Poblado de Oruro, Distrito de Crucero-2024. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1086>
- UNESCO. (2023). *Riesgo inminente de una crisis mundial del agua (UNESCO/ONU-Agua)* | *UNESCO*. <https://www.unesco.org/es/articles/riesgo-inminente-de-una-crisis-mundial-del-agua-unesco/onu-agua>
- Valdivielso, A. (2020, agosto 5). *¿Qué es el agua potable?* [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua-potable>
- Vega Cruz, J., & Gonzales Rojas, J. E. (2024). Determinación del cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el Distrito de Chirinos – San Ignacio, 2023. *Universidad Nacional de Jaén||Repositorio Institucional - UNJ*. <http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/707>
- Werth, B. j. (2024). *Generalidades sobre las bacterias—Enfermedades infecciosas*. Manual MSD versión para profesionales. <https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacterias-y-farmacos-antibacterianos/generalidades-sobre-las-bacterias>
- Zhou, M. (2020). Membrane-Based Colorimetric Flow-Injection System for Online Free

Chlorine Monitoring in Drinking Water | Request PDF. *ResearchGate*.

<https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.128905>

## ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	DISEÑO METODOLÓGICO
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cuál es la efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya - llave - 2025?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Qué niveles de cloro residual se encuentran presentes en diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya - llave?</p> <p>¿Cuál es la concentración de parámetros microbiológicos en el agua de la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya - llave?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Evaluar la efectividad del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya del distrito de llave.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Medir los niveles de cloro residual que se encuentran presentes en diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de llave.</p> <p>Determinar la concentración de parámetros microbiológicos en el agua de la red de distribución del Centro poblado de Chucaraya - llave</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> El cloro residual presente en la red de distribución del agua en el Centro poblado Chucaraya del distrito de llave no es efectivo para la desinfección microbiológica, logrando niveles no adecuados de eliminación de microorganismos patógenos.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA:</b> En diferentes puntos de la red de distribución del agua en el Centro poblado de Chucaraya del distrito de llave, se encuentran niveles de cloro residual que no cumplen con los estándares mínimos necesarios para la desinfección microbiológica efectiva.</p> <p>La concentración de parámetros microbiológicos en el agua distribuida en el Centro poblado de Chucaraya - llave supera los límites máximos permisibles contempladas en el DS 031-2010-SA (Anexo I)</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Cloro residual libre</p>	<p>Cantidad de cloro residual libre en mg/L</p> <p>Cantidad de UFC/100m (CT, CTt y E.coli)</p>	<p><b>Técnica:</b> Registro</p> <p><b>Instrumento:</b> Formato de registro de control de cloro residual</p> <p><b>Instrumento de medida</b> Comparador de cloro</p> <p><b>Técnica:</b> Análisis laboratorio</p> <p><b>Instrumento de Medida</b> DS:031-2010-SA (Anexo I)</p>	<p><b>Zona de estudio</b> Centro poblado de chucaraya - llave.</p> <p><b>Población</b> Constituida por la red de distribución del sistema de abastecimiento y la totalidad de 380 usuarios de agua potable del Centro Poblado de Chucaraya.</p> <p><b>Muestra</b> Es no probabilística integrada por 04 puntos de monitoreo en base al DS 031-2010- SA.</p> <p><b>Método.</b> Deductivo cuantitativo</p> <p><b>Diseño</b> No experimental transversal</p> <p><b>Tipo</b> Básico</p> <p><b>Nivel</b> Descriptivo</p>

## Anexo 02: Parámetros microbiológicos y parasitológicos

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Fuente: DS Nº 031-2010 - SA


## Anexo 03: Parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Niquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

Fuente: DS Nº 031-2010 - SA

**Anexo 04:** Autorización de ejecución de proyecto - municipalidad del distrito de Ilave

RECEBIDO	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL "EL COLLAO" - ILAVE
	Mesa de Partes
	3:14 FOLIO 03
19 FEB 2025	
02571	
	

**SUMILLA:** Autorización para ejecución de proyecto de tesis

**SEÑOR ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE EL COLLAO – ILAVE**

**ATENCION A:** Sub Gerencia de Medio Ambiente (Área Técnico Municipal)


Yo, **Josefa GONZALES TITO** identificado con DNI N° 40923209 y domicilio real en el Jr. San Isidro C3-14 Urb San José II etapa, distrito de San Román, actual bachiller en Ingeniería ambiental me presento ante usted y expongo lo siguiente:

Concurro ante su despacho para solicitar su autorización para la ejecución del Proyecto de Tesis titulado "Evaluar la eficiencia del cloro residual en la desinfección microbiológica del agua potable de la red de distribución de Centro Poblado de Chucaraya – Ilave 2025" y en razón a ello poder acceder a información relevante del ATM para la ejecución de mi proyecto según la necesidad de información y para tal efecto. Comparto mi correo institucional [Josefa\\_gonzales@upsc.edu.pe](mailto:Josefa_gonzales@upsc.edu.pe), celular 951882579; así mismo el número Celular 928887546 de mi asesor el Ingeniero Villanueva OLIVERA VILCA CIP 281727 como medio de contacto

**POR LO EXPUESTO:**

Solicito atender mi pedido por ser justa y legal.

Ilave 19 de febrero de 2025.

  
Bach. Josefa GONZALES TITO  
DNI N° 40923209



**UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
SAN CARLOS**

Informes Jr. Conde de Lemos N° 128

Puno - Perú

Tel: (051) 352884

www.upsc.edu.pe

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

Puno, 20 de marzo del 2025.

**OFICIO N° 022-2025-UPSC/DEI**

**Señor:**  
**ALCALDE**  
**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL EL COLLAO - ELAVE**

Con atención.-  
**SUB GERENCIA MEDIO AMBIENTE - ATM**

**Presente.-**

**Asunto: SOLICITO AUTORIZACIÓN PARA  
EJECUCIÓN DE TESIS**

Tengo el grato de dirigirme a usted, a fin de hacerle llegar un cordial saludo a nombre de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Facultad de "Ingenierías" de la Universidad Privada San Carlos - Puno; al mismo tiempo solicitarle su autorización para la recopilación de datos e información, el mismo que le servirá para la culminación de su trabajo de investigación (Tesis) aprobado y titulado "EVALUAR LA EFICIENCIA DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CENTRO POBLADO DE CHUCARATA - ELAVE 2025", a la Bch. JOSEFA GONZALES TITO.

Agradeciendo anticipadamente por la aceptación que le brinde al presente, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,



C.c.  
Archivo  
MCM/mcm



**El Collao - Ilave**  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL  
LEY DE CREACIÓN Nº 27262

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

## CONSTANCIA

**EL QUE SUSCRIBE, SUB-GERENTE DE RECURSOS HUMANOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE EL COLLAO - ILAVE**

**AUTORIZA:**

A la Sra. Josefina GONZALES TITO, identificada con DNI No. 40923209, Bachiller en Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada San Carlos - Puno, para que pueda aplicar la Encuesta de Investigación denominada "EVALUAR LA EFICIENCIA DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCION MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE DE LA RED DE DISTRIBUCION DE CENTRO POBLADO DE CHUCARAYA - ILAVE 2025" en la Sub Gerencia de Medio Ambiente, Salud Pública, OMSABA y Ornato de la Ciudad, de la Municipalidad Provincial El Collao Ilave, del 01 de Abril al 27 de Mayo de 2025.

Se expide el presente documento a solicitud de la interesada para los fines que sean convenientes.

El Collao - Ilave, 01 de Abril de 2025.



Reg. No. 02571-0021  
JDN/sgv

**Markasa**  
mayorinu *servicio al cliente*

A Industrias Araya Nº 210 - Lima  
Telf: 051-010021  
www.markasa.com.pe




**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

I. UBICACIÓN								
Nombre del sistema:	Chucaraya	Centro Poblado:	Chucaraya	Fecha:	01/04/2025			
Distrito:	Ilave	Provincia:	El Collao	Departamento:	Puno			
Establecimiento de Salud:	Red de Salud el Collao							
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO								
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio								
N°	Punto de toma de la muestra <sup>2</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)				
1	Reservorio	PMO	01/04/2025	0.20pm	0.6			
2								
3								
4								
5								
6								
2.2 Red de Distribución								
N°	Ubicación del punto de muestreo <sup>2</sup>	Punto de toma de la muestra <sup>2</sup>	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red distrib	Casa de Viv PM1	01/04/25	9:30	0.4	Emmanuel Castro Contrado	01856402	[Firma]
3	Red distrib	Casa de Viv PM2	01/04/25	9:40	0.3	Pedro Castro Velazco	01867500	[Firma]
4	Red distrib	Casa de Viv PM3	01/04/25	9:50	0.1	Lidia Castro Incauteri	01855423	[Firma]
5								
6								
III. OBSERVACIONES								
1.-								
2.-								
3.-								
Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador:				 Ing. Fredy Anguina Mayta SALVAMBIENTAL		901446570 N° celular		
Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor)				 Leoncio Rosalvo Contrado PRESIDENTE - JASS		996560145 N° celular Fecha: 01/04/2025		

**Nota:** En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

JASS - CHUCARAYA  
 Leoncio Rosalvo Contrado  
 DNI N° 00495182  
 PRESIDENTE - JASS  
 967082041

Anexo 05: Registro de cloro residual ( abril - mayo)



**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

**I. UBICACIÓN**

Nombre del sistema: CHUCABAYA Centro Poblado: CHUCABAYA Fecha: 08/04/2025  
 Distrito: Ilave Provincia: El Collao Departamento: Puno  
 Establecimiento de Salud: Red de Salud el Collao

**II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio**

N°	Punto de toma de la muestra <sup>2</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)
1	Reservorio PMO	08/04/2025	9:20	0.5
2				
3				
4				
5				
6				

**2.2 Red de Distribución**

N°	Ubicación del punto de muestreo <sup>2</sup>	Punto de toma de la muestra <sup>2</sup>	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red distrib	Ofi IV PH1	08/04/25	9:30	0.45	Enrique Latorre C.	01856702	<i>[Firma]</i>
3	" "	" " PH2	08/04/25	9:40	0.3	Enrique Latorre C.	01856702	<i>[Firma]</i>
4	" "	" " PH3	08/04/25	9:50	0.25	Luis Alberto Ines Arce	01888493	<i>[Firma]</i>
5								
6								

**III. OBSERVACIONES**

1-  
2-  
3-

Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la DC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador:

Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor)

MINISTERIO DE SALUD  
RED SALUD COLLAO - ILAVE

*[Firma]*  
Ing. Freddy Siles Arce  
SALUD AMBIENTAL

N° celular: 901446570

PRINCIPALIDAD PROVINCIAL DEL COLLAO - ILAVE

*[Firma]*  
Ing. Luis Alberto Ines Arce  
RESPONSABLE DEL MONITOREO

N° celular: 996560143  
Fecha: 08/04/2025

**Nota:** En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

UNIDAD ADMINISTRATIVA DEL SERVICIO DE PARTICIPATIVO JASS - CHUCABAYA

*[Firma]*  
Luis Alberto Ines Arce  
DNI N° 00655183  
PRESIDENTE - JASS  
967082491



**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

I. UBICACIÓN								
Nombre del sistema:	Chucarayo		Centro Poblado:	Chucarayo		Fecha:	16/04/2025	
Distrito:	Ica		Provincia:	El Collao		Departamento:	Puno	
Establecimiento de Salud:	Red de Salud el Collao							
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO								
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio								
N°	Punto de toma de la muestra <sup>1</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)				
1	Reservorio P.M.O	16/04/2025	9:20	0.3				
2								
3								
4								
5								
6								
2.2 Red de Distribución								
N°	Ubicación del punto de muestreo <sup>2</sup>	Punto de toma de la muestra <sup>3</sup>	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red distrib. Gato Viejo P.M.1	Gato Viejo P.M.1	16/04/25	9:30 am	0.42	Enrique Colorado Colorado	01826402	[Firma]
3	Red distrib. Gato Viejo P.M.2	Gato Viejo P.M.2	16/04/25	9:40 am	0.4	Enrique Colorado Vulco	01961502	[Firma]
4	Red distrib. Gato Viejo P.M.3	Gato Viejo P.M.3	16/04/25	9:50 am	0.35	Enrique Colorado microteja	01888132	[Firma]
5								
6								
III. OBSERVACIONES								
1-								
2-								
3-								
Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador:			 Ing. Feedy Alanguia Mayta SALUD AMBIENTAL			901946590 N° celular		
Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor)			 RESPONSABLE DEL MONITOREO - AGT			93656041 N° celular Fecha: 16/04/2025		

**Nota:** En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

JASS - CHICABAYA  
 Presidente - JASS  
 964 022 941



**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

**I. UBICACIÓN**

Nombre del sistema: CHUCANAYA Centro Poblado: CHUCANAYA Fecha: 24/04/2025  
 Distrito: LAJE Provincia: EL COLLAO Departamento: PUÑO  
 Establecimiento de Salud: CEDRO DE SALUD EL COLLAO

**II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio**

N°	Punto de toma de la muestra*	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)
1	Reservorio PM0	24/04/2025	9:20am	0.55
2				
3				
4				
5				
6				

**2.2 Red de Distribución**

N°	Ubicación del punto de muestreo*	Punto de toma de la muestra*	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red distrib.	GAR VIV PM2	24/04/25	9:30	0.4	Enrique Coronado Coronado	01856402	[Firma]
3	" "	GAR VIV PM2	24/04/25	9:40	0.35	Paul Coronado Vilga	01767502	[Firma]
4	" "	GAR VIV PM3	24/04/25	9:50	0.04	Lidia Coronado Incaurra	01058433	[Firma]
5								
6								

**III. OBSERVACIONES**

1.-  
2.-  
3.-

Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador: Ing. Freddy Alarcón Mayta (Firma) N° celular: 901446570

Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor): [Firma] N° celular: 976560115 Fecha: 24/04/2025

MINISTERIO DE SALUD  
REG. SALUD COLLAO LAJE  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COLLAO LAJE  
RESPONSABLE DEL MONITOREO TÉCNICO

**Nota:** En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
JASS - CIUDADAYA  
Controlado Residual y Contrado  
FMI N° 00405183  
PRESIDENTE - JASS  
987012941



**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

**I. UBICACION**  
 Nombre del sistema: Chucayo Centro Poblado: Chucayo Fecha: 01/05/2025  
 Distrito: Ilave Provincia: El Collao Departamento: Puno  
 Establecimiento de Salud: Red de Salud el Collao

**II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio**

N°	Punto de toma de la muestra <sup>1</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/l)
1	Reservorio PMB	01/05/25	9:20	0.5
2				
3				
4				
5				
6				

**2.2 Red de Distribución**

N°	Ubicación del punto de muestro <sup>2</sup>	Punto de toma de la muestra <sup>3</sup>	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/l)	Datos del usuario			
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario	
1	Red distrib	Garz IV	PM1	01/05/25	9:30am	0.47	Enrique Gotardo Givado	7835402	[Firma]
3	"	"	PM2	01/05/25	9:40am	0.4	Paul Gotardo Yirca	0167506	[Firma]
4	"	"	PM3	01/05/25	9:50am	0.2	Lidia Gotardo Mucurpa	01888433	[Firma]
5									
6									

**III. OBSERVACIONES**

- 1.-
- 2.-
- 3.-

Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador:

MINISTERIO DE SALUD  
RED SALUD COLLAO - ILAVE

[Firma]  
Ing. Freddy Almaguilla Mayta

901446570  
N° celular

Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor)

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL EL COLLAO - ILAVE  
[Firma]  
Ing. Irma Vargas

476560133  
N° celular  
Fecha: 01/05/2025

**Nota:** En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

COORDINADORA DE SERVICIO DE SANEAMIENTO  
IASSE - CHUCAYO  
[Firma]  
Lorena Restrepo Contrata  
DNI N° 30495183  
PRESIDENTE - IASSE  
96705244



**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

I. UBICACIÓN										
Nombre del sistema:		C. Chucabaya		Centro Poblado:		Chucabaya		Fecha:	07/05/2025	
Distrito:		I. Huaco		Provincia:		El Collao		Departamento:		Puno
Establecimiento de Salud:									Red de Salud El Collao	
II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO										
2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio										
N°	Punto de toma de la muestra <sup>2</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)						
1	Reservorio P.M.O	07/05/2025	9:20	0.5						
2										
3										
4										
5										
6										
2.2 Red de Distribución										
N°	Ubicación del punto de muestreo <sup>2</sup>	Punto de toma de la muestra <sup>1</sup>	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario				
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario		
1	Red distrib.	Cerro V.V.	PM1	07/05/25	9:30am	0.3	Enrique Colorado Colorado	01856408	[Firma]	
3	"	"	PM2	07/05/25	9:45am	0.2	Paul Colorado Vucsa	0763502	[Firma]	
4	"	"	PM3	07/05/25	9:50am	0.1	Yidra Colorado Incautipa	01682452	[Firma]	
5										
6										
III. OBSERVACIONES										
1.-										
2.-										
3.-										
Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador:			 Inés Frey Anagnin Muyla S. ACORDADA AMBIENTAL			901446570 N° celular				
Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor)			 Inés Frey Anagnin Muyla RESPONSABLE DEL MONITOREO			996560145 N° celular Fecha: 07/05/2025				

Nota: En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

Lenche Rosado Cruzado  
 DNI N° 04495183  
 PRESIDENTE - JAES  
 967082941



**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

**I. UBICACIÓN**

Nombre del sistema: CHUSANAYA Centro Poblado: CHUSANAYA Fecha: 16/05/2025  
 Distrito: ILAVE Provincia: El Collao Departamento: PUNO  
 Establecimiento de Salud: RED DE SALUD EL COLLAO

**II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio**

N°	Punto de toma de la muestra <sup>1</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)
1	Reservorio PH 0	16/05/2025	9:20	0.5
2				
3				
4				
5				
6				

**2.2 Red de Distribución**

N°	Ubicación del punto de muestreo <sup>2</sup>	Punto de toma de la muestra <sup>1</sup>	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario		
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario
1	Red distrib	Gufo Via. PM1	16/05/25	9:30 am	0.49	Emilia Gabriela Córdova	01856402	[Firma]
3	" "	" "	16/05/25	9:30 am	0.4	Dulce Gabriela Vilca	91267502	[Firma]
4	" "	" "	16/05/25	9:30 am	0.1	Luzmila Gabriela Jaramilla	01888433	[Firma]
5								
6								

**III. OBSERVACIONES**

1.-  
2.-  
3.-

**ATENCIÓN SERVIDOR DE SALUD**  
**RED SALUD COLLAO - ILAVE**  
 Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador: Ing. Freddy Almonia Mayta N° celular: 980476590  
 RESPONSABLE DEL MONITOREO (Área Técnica Municipal/Monitor): [Firma] N° celular: 996560145  
 Ing. Gaby Torres Ylla N° celular: [Firma] Fecha: 16/05/2025  
 RESPONSABLE DEL COLECCIONADO TAM

**Nota:** En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

INSTITUCIÓN REGIONAL DE SERVICIOS DE SALUD INTEGRAL  
 IRESS - CUSCO  
 Oficina Regional de Control de Calidad  
 DNI N° 00495183  
 PRESIDENTE - IRESS  
969002941



**FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL**

**I. UBICACIÓN**

Nombre del sistema: Chucaraya Centro Poblado: Chucaraya Fecha: 23/05/2025  
 Distrito: Ilave Provincia: El Collao Departamento: Puno  
 Establecimiento de Salud: Red de Salud El Collao

**II. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**2.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio**

N°	Punto de toma de la muestra <sup>1</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (mg/L)	
1	Reservorio	PM 0	23/05/2025	9:20 am	0.48
2					
3					
4					
5					
6					

**2.2 Red de Distribución**

N°	Ubicación del punto de muestro <sup>1</sup>	Punto de toma de la muestra <sup>1</sup>	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y apellidos	N° DNI	Firma del usuario	
1	Red de distrib	Salto 4to	PM 1	23/05/25	4:30 am	0.3	Emilia Gabriela Cabeza	01856403	[Firma]
3	Red distribuc	u u	PM 9	23/05/25	4:40 am	0.2	Alfonso Cabeza Vilca	0161502	[Firma]
4	Red distrib	u u	PM 3	23/05/25	4:50 am	0.08	Alfonso Cabeza Incaurra	01883433	[Firma]
5									
6									

**III. OBSERVACIONES**

1.-  
2.-  
3.-

Técnico en Salud Ambiental de la IPRESS y/o Fiscal de la OC y/o Promotor de Salud del Centro Poblado u Operador: \_\_\_\_\_  
 Responsable del monitoreo (Área Técnica Municipal/Monitor): \_\_\_\_\_

MINISTERIO DE SALUD  
 REGIÓN DE SALUD COLLAO - ILAVE  
 Ing. Evelyn Jaramilla Mayta  
 (Promotor de Salud Ambiental) N° celular: 901146570

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL  
 DE ILAVE  
 RESPONSABLE DEL MONITOREO DE CLORO  
 N° celular: 976560145  
 Fecha: 23/05/2025

**Nota:** En caso la IPRESS o el AGT no puedan realizar el monitoreo de cloro residual, el Fiscal de la OC o el Promotor de Salud del Centro Poblado deberá acompañar y firmar el presente documento, dando fe de la veracidad de la información.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ILAVE  
 PRESIDENTE - JASS  
 DNI N° 00495103  
 967082941





**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL**

**CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA**

<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>UBICACIÓN</b>	
<b>SOLICITANTE:</b> Josefa Gonzales Tito	<b>DEPARTAMENTO:</b> Puno		
<b>RAZON SOCIAL:</b> JASS Centro Poblado Chucaraya	<b>PROVINCIA:</b> El Alto		
<b>RUC:</b> 10409832090	<b>DISTRITO:</b> I Lave		
<b>PROYECTO</b> Rectificación del Closo residual en la desinfección microbiológica del agua en la red de distribución del Centro Poblado de Chucaraya I Lave-2025 u			

Nº	CÓDIGO	MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		UBICACION (UTM)	FRASCOS	P	T (°C)	PARAMETRO IN SITU				PARAMETRO DE ENSAYO		OBSERVACION	
			CLASIFICACION	SUB GRUPO					pH	C.E.	OD (mg/l)	COLOR RESIDUAL (mg/l)	TOTAL	INDIC		
1	PM1	F: 27/04/25 H: 9:35 am	AH	PT	E: 435598.0 N: 8213295.0	V					0.4 mg/l	0.1 mg/l	0.1 mg/l	V	V	
2		F: H:			N:											
3		F: H:			N:											
4		F: H:			N:											
5		F: H:			N:											
6		F: H:			N:											
7		F: H:			N:											

<b>CATEGORIA (Genel)</b>	<b>SUB - CATEGORIA (Sub - grupo)</b>	<b>MUESTREO POR</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>FECHA</b>	<b>RECORDAR AL LABORATORIO</b>
Ag. Agua entubada	Sit. Ter. (S), superficial (SP), Salvo U. (U), al. (A), (S) y entubada (T)	Mano	Josefa Gonzales Tito		24 ABR 2025	
Ag. Agua residuales	Domestica (D), industrial (I), M. (M) y (V) y residual (R)	Reda				
Ag. Agua para uso y consumo humano	P. (P), agua de mesa (M) y potable (PT)	Priva				
Ag. Agua para uso	Ma (M) y r. (R) y (S)					

<b>LETRINA</b>		<b>OBSERVACIONES/COMENTARIOS</b>	
F. Tapa	V: Vidrio		
H: Hiera	P: Plástico		
E: Esma	OT: Oligo Celuloso		
M: Mera	C.A.: Conductividad Eléctrica		





**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL**

CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>UBICACIÓN</b>	
SOLICITANTE: <i>José González Tito</i>	DEPARTAMENTO: <i>Puno</i>		
RAZÓN SOCIAL: <i>JASS C.P. Chucaroya</i>	PROVINCIA: <i>El Collao</i>		
RUC: <i>10409232090</i>	DISTRITO: <i>Ilave</i>		
PROYECTO: <i>Efectividad del cloro residual en la desinfección micro biológica del agua en la red de distribución del Centro Poblado de Chucaroya Ilave - 2025</i>			

N°	CÓDIGO	MUESTRO	GRUPO	SUB GRUPO	COORDENADAS (UTM)	FRASCOS	T	pH	C.E.	PARÁMETRO IN SITU		PARÁMETRO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	
										OD (mg/L)	CLORO RESIDUAL (mg/L)			
1	PH1	F: 01/05/2025 H: 03:30 pm	AH	PT	E: 430528.0 N: 8210445.0	V					0.3 mg/L	V	V	
2		F: : H: :			E: : N: :									
3		F: : H: :			E: : N: :									
4		F: : H: :			E: : N: :									
5		F: : H: :			E: : N: :									
6		F: : H: :			E: : N: :									
7		F: : H: :			E: : N: :									


<b>CATEGORÍA (FR/PE)</b>	<b>SUB - CATEGORÍA (Sub - grupo)</b>	<b>MUESTREO POR</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>FECHA</b>	<b>RECEPCIÓN EN LABORATORIO</b>
AN: Agua natural	Substrato (S), suelo (S1), lodo (L), greda (G) arena (A)	Nombre	<i>Isabelita González Tito</i>		<i>07 MAY 2025</i>	
AM: Agua residual	Doméstica (D), Industrial (I), Agrícola (A) y municipal (M)	Fecha	<i>07/05/2025</i>			
AM: Agua para uso y consumo humano	Fuente (F), agua de mar (AM) y pozos (P)	Firma	<i>[Firma]</i>			
AS: Agua salina	Min (M) y salmuera (S)					

LEYENDA:

F: Fecha	V: Vólvulo
H: Hora	P: Posición
E: Estado	OD: Oligo de Pluvis
M: Muestra	C.E.: Condensación eléctrica

DISTRIBUCIONES/COMENTARIOS:

Fecha: *07 MAY 2025*  
Hora: *3:30 pm*






**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL**

**CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA**

<b>DAITOS DEL CLIENTE</b>		<b>UBICACION</b>	
<b>SOlicitante:</b> Jossy Gonzales Tito	<b>DEPARTAMENTO:</b> Puno		
<b>RAZON SOCIAL:</b> JASS C.P. Chocareya	<b>PROVINCIA:</b> El Collao		
<b>RUC:</b> 10409232090	<b>DISTRITO:</b> Ilave		
<b>PROYECTO:</b> Efectividad del Cloro residual en la desinfección microbiológica del agua de la red de distribución del Centro Poblado de Chocareya Ilave - 2025			

Nº	CODIGO	MUESTRO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		COORDINADAS (UTM)	FRASCOS	T	PH	C.E.	PARÁMETRO IN SITE		PARÁMETRO DE ENSAYO	OBSERVACION
			GRUPO	SUB GRUPO						OD (mg/L)	CLORO RESIDUAL (mg/l)		
1	PML	F: 23/05/25 H: 01:35:00	AA	PT	E: 435528.0 N: 8113145.0	V					0.3 mg/L	57.0 57.0 57.0	
2		E: H:											
3		F: H:											
4		F: H:											
5		F: H:											
6		F: H:											
7		F: H:											

<b>Catetrolina (Bueno)</b>	<b>SUB - CATEGORIA (Bueno - Grupo)</b>	<b>Muestreado por:</b>	<b>Laborante:</b>	<b>Clase:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Requiere en laboratorio:</b>
PM: Agua residual	Solidos (S), suspendidos (SP), Bases (B) glicoles (G) y también (T)	Nombre: Jossy Gonzales Tito	Jossy Gonzales Tito		23 MAY 2025	
PM: Agua meteorica	Domestica (D), Industrial (I), agrícola (A) y municipal (M)	Fecha: 23/05/2025				
PM: Agua para uso / consumo humano	Piscina (P), agua de mar (AM) y perfluor (PF)	Firma: 				
PM: Agua salina	Mar (M) y Zarcado (Z)					
<b>ITERPIA</b>						
F: Pesca	V: 23/05/25	<b>OBSERVACIONES/COMENTARIOS</b>				
H: Agua	F: Falsada					
E: Aire	ED: Otro grupo de agua					
M: Sólido	E.F.: Confidencial/Definitivo					



**Anexo 07: Resultados de laboratorio (04)**



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

**INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 00553A**

**DATOS DEL SERVICIO**

**SOLICITANTE** : JOSEFA GONZALES-TITO

**PROYECTO** : EFECTIVIDAD DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO POBLADO DE CHUCARAYA ILAVE 2025

**DATOS DEL ENSAYO**

**Producto** : Agua natural - Potable

**Numero de muestras** : 01

**Fecha de ensayo** : 09/04/2025

**Muestreado por** : El cliente

**Ubicación, fecha y hora de muestreo:**

Código	C.P./Dist. /Prov./ Depart.	Ubicación	Fecha y hora de muestreo
PM 1	Chucaraya/Ilave/El Collao/Puno	E: 435538.0 N: 8213745.0	08/04/2025 9:35 a.m.

**MÉTODO DE ENSAYO**

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	Coliformes Totales	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
3	E - coli	NMP/100ml	Incubación a 37°C





## LAQUAMEQ E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### DATOS DE RESULTADOS

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
1	Coliformes Totales	NMP/100ml	26
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	8
3	E - coli	NMP/100ml	<3

Fecha de emisión  
15 - 04 - 2025



LAQUAMEQ E.I.R.L.  
LABORATORIO EQUIPOS  
Ing. Karla Kelly Quispe Quispe  
CIP 13864  
C.E.R.R.E

Jr. Dedista N° 522 Barrio 28 de Julio, Puno - San Rosán - Juliaca  
www.laquameq.com - Cel. 920869679 - 979265920



## LAQUAMEQ E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 00559A

#### DATOS DEL SERVICIO

**SOLICITANTE** : JOSEFA GONZALES TITO

**PROYECTO** : EFECTIVIDAD DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO POBLADO DE CHUCARAYA ILAVE 2025

#### DATOS DEL ENSAYO

**Producto** : Agua natural - Potable  
**Numero de muestras** : 01  
**Fecha de ensayo** : 25/04/2025  
**Muestreado por** : El cliente

**Ubicación, fecha y hora de muestreo:**

Código	C.P./Dist. (Prov./ Depart.	Ubicación	Fecha y hora de muestreo
PM 1	Chucaraya/Ilave/El Collao/Puno	E: 435628.0 N: 8213745.0	24/04/2025 9:35 a.m.

#### MÉTODO DE ENSAYO

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	Coliformes Totales	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
3	E - coli	NMP/100ml	Incubación a 37°C





## LAQUAMEQ E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### DATOS DE RESULTADOS

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
1	Coliformes Totales	NMP/100ml	25
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	16
3	E - coli	NMP/100ml	<5

Fecha de emisión  
01 - 05 - 2025



LAQUAMEQ E.I.R.L.  
LABORATORIO EQUIPOS  
Ing. Roger Andy Quispe Quispe  
CIP. 08088  
CLUBETE

Jr. Dentista N° 522 Barrio 28 de Julio, Puno - San Ramón - Juliaca  
www.laquameq.com - Cel. 920869679 - 979265920



## LAQUAMEQ E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 00565A

#### DATOS DEL SERVICIO

**SOLICITANTE** : JOSEFA GONZALES TITO

**PROYECTO** : EFECTIVIDAD DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO POBLADO DE CHUCARAYA ILAVE 2025

#### DATOS DEL ENSAYO

**Producto** : Agua natural – Potable

**Numero de muestras** : 01

**Fecha de ensayo** : 08/05/2025

**Muestreado por** : El cliente

**Ubicación, fecha y hora de muestreo:**

Código	C.P./Dist. /Prov. / Depart.	Ubicación	Fecha y hora de muestreo
PM 1	Chucaraya/Ilave/El Collao/Puno	E: 435538.0 N: 8213745.0	07/05/2025 9:35 a.m.

#### MÉTODO DE ENSAYO

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	Coliformes Totales	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
3	E - coli	NMP/100ml	Incubación a 37°C





## LAQUAMEQ E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### DATOS DE RESULTADOS

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
1	Coliformes Totales	NMP/100ml	23
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<3
3	E - coli	NMP/100ml	<3

Fecha de emisión  
14 - 05 - 2025



Jr. Drivista N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno - San Román - Juliaca  
www.laquameq.com - Cel. 920869679 - 979265920



## LAQUAMEQ E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### DATOS DE RESULTADOS

Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
1	Coliformos Totales	NMP/100ml	24
2	Coliformos Termotolerantes	NMP/100ml	10
3	E - coli	NMP/100ml	<5

Fecha de emisión  
10 - 05 - 2025



Jr. Deistera N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno - San Román - Juliaca  
www.laquameq.com - Cel. 920869679 - 979265920



**LAQUAMEQ E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

**INFORME DE RESULTADOS N°: LQ – 00573A**

**DATOS DEL SERVICIO**

**SOLICITANTE** : JOSEFA GONZALES-TITO

**PROYECTO** : EFECTIVIDAD DEL CLORO RESIDUAL EN LA DESINFECCIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO POBLADO DE CHUCARAYA ILAVE 2025

**DATOS DEL ENSAYO**

**Producto** : Agua natural – Potable  
**Numero de muestras** : 01  
**Fecha de ensayo** : 24/05/2025  
**Muestreado por** : El cliente

**Ubicación, fecha y hora de muestreo:**

Código	C.P./Dist. /Prov./ Depart.	Ubicación	Fecha y hora de muestreo
PM 1	Chucaraya/Ilave/El Collao/Puno	E: 435528.0 N: 8213745.0	23/05/2025 9:35 a.m.

**MÉTODO DE ENSAYO**

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	Coliformes Totales	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
3	E - coli	NMP/100ml	Incubación a 37°C



## Anexo 08: Evidencias fotográficas de la ejecución de la investigación



**Figura 17:** Reconocimiento del Centro .Poblado de Chucaraya



**Figura 18:** Reconocimiento de la red de distribución del C.P. Chucaraya



**Figura 19:** Visita del equipo de monitoreo ATM- Vigilancia - JASS



Figura 20: Monitoreo de Cloro residual PM1 C.P Chucaraya



Figura 21: Monitoreo de Cloro residual PM1 C.P Chucaraya



Figura 22: Monitoreo de Cloro residual PM 1 C.P Chucaraya



Figura 23: Monitoreo de cloro residual PM 03 C.P. Chucaraya



Figura 24: Cooler para toma de muestras de agua para el análisis microbiológico



**Figura 25:** Desinfección del grifo para tomar muestra de agua



**Figura 26:** Toma de blanco de campo



**Figura 27:** Toma de blanco de campo



**Figura 28:** Cuarto muestreo de agua en campo PM 1



**Figura 29:** Charla sobre control de cloro residual al presidente de JASS



**Figura 30:** Entrega de muestras al laboratorio