

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
CLORACIÓN POR GOTEO OPTIMIZADO PARA  
SISTEMAS DE AGUA POTABLE DE POBLACIONES  
RURALES**

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

**Presentado por:**

**Bach. RENZO MAURICIO VELIT PUENTE**

**Asesor:**

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil

**Línea de Investigación Institucional:** Salud y Gestión De La Salud -  
Hidráulica y Medio Ambiente

**Fecha de inicio y culminación:** Junio – Febrero 2022

Huancayo – Perú

2022

**Asesor:**

**Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil**

### **Dedicatoria**

A Dios y a mis padres, por haberme dado la vida, y permitirme llegar a esta etapa de crecimiento y realización. Y a todas las personas que hacen uso de un sistema de agua potable rural, ya que gracias a ellos se elaboró esta tesis, con la intención de que sea importante para la mejora, en cuanto a la calidad de sus servicios de agua potable.

Bach. Renzo M. Velit Puente

### **Agradecimiento**

Mi agradecimiento siempre a nuestro creador, ya que a él le debemos todo en este universo, a mis padres, por sus sabios consejos, día a día. y a los usuarios de agua potable rural, con quienes trabajamos de la mano, logrando resultados favorables.

Bach. Renzo M. Velit Puente



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

---

---

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 005**

Que, el (la) bachiller: **RENZO MAURICIO, VELIT PUENTE**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEÓ OPTIMIZADO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE DE POBLACIONES RURALES”**, la misma que cuenta con **90 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **07%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 16 de Enero del 2023



---

Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Ruben Darío Tapia Silguera  
Decano De La Facultad De Ingeniería

---

Mg. Wilmer Jhon Luján Cárdenas

---

Mg. Yina Milagro Ninahuanca Zavala

---

Ing. Lidia Benigna Larrazábal Sánchez

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente



## CONTENIDO

Asesor: .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento.....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO .....	v
CONTENIDO .....	vii
CONTENIDO DE TABLAS .....	x
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	14
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Formulación y Sistematización del Problema .....</b>	<b>22</b>
1.2.1. Problema general .....	22
1.2.2. Problemas específicos.....	23
<b>1.3. Justificación .....</b>	<b>23</b>
1.3.1. Social o Práctica.....	23
1.3.2. Científica o Teórica.....	24
1.3.3. Metodológica .....	24
<b>1.4. Delimitación .....</b>	<b>25</b>
1.4.1. Espacial.....	25
1.4.2. Temporal.....	25
1.4.3. Conceptual .....	25
<b>1.5. Limitaciones.....</b>	<b>25</b>
1.5.1. Limitaciones por el Covid-19 .....	25
1.5.2. Limitaciones económicas.....	26
<b>1.6. Objetivos .....</b>	<b>26</b>
1.6.1. Objetivo general.....	26

1.6.2.    Objetivos específicos .....	26
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>27</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.    Antecedentes .....</b>	<b>27</b>
2.1.1.    Antecedentes Nacionales .....	27
2.1.2.    Antecedentes Internacionales.....	30
<b>2.2.    Bases Teóricas o Científicas .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.    Definición de términos .....</b>	<b>48</b>
<b>2.4.    Hipótesis .....</b>	<b>50</b>
2.4.1.    Hipótesis General.....	50
2.4.2.    Hipótesis Específicas .....	50
<b>2.5.    Variables .....</b>	<b>51</b>
2.5.1.    Definición conceptual de las variables .....	51
2.5.2.    Operacionalización de variables .....	52
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>54</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>3.1.    Método de Investigación .....</b>	<b>54</b>
<b>3.2.    Tipo de Investigación .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3.    Nivel de Investigación .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4.    Diseño de la investigación.....</b>	<b>56</b>
<b>3.5.    Población y Muestra.....</b>	<b>56</b>
3.5.1.    Población.....	57
3.5.2.    Muestra .....	57
<b>3.6.    Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>58</b>
<b>3.7.    Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....</b>	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>62</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>62</b>
4.1.    Generalidades .....	62
4.2.    Descripción del diseño tecnológico.....	63
4.3.    Presentación de resultados .....	64
4.4.    Resultados del objetivo específico uno: Vida útil de los componentes .....	65

4.5.	Resultado del objetivo específico dos: Dosificación de cloro.....	68
4.6.	Resultado del objetivo específico tres: Calidad del agua.....	70
4.7.	Resultados del objetivo general.....	75
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>77</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>77</b>
5.1.	Discusión de resultados del objetivo específico uno: Vida útil de los componentes	77
5.2.	Discusión de resultados del objetivo específico dos: Dosificación de cloro.....	77
5.3.	Discusión de resultados del objetivo específico tres: Calidad del agua.....	78
5.4.	Discusión de consecuencias y futuras proyecciones de la investigación .....	81
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>83</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>85</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>92</b>
<b>ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....</b>		<b>93</b>
<b>ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....</b>		<b>94</b>
<b>ANEXO 3: FORMATOS.....</b>		<b>95</b>
<b>ANEXO 4: INFORMES .....</b>		<b>99</b>
<b>ANEXO 5: FOTOGRAFÍAS .....</b>		<b>110</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	52
Tabla 2. Vida útil de los componentes más relevantes .....	66
Tabla 3. Cantidad de cloro residual en mg/L hallado antes de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo.....	71
Tabla 4. Cantidad de cloro residual en mg/L hallado después de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo.....	73

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de habitantes que consumen agua potable en la región de Huancavelica. .....	19
Figura 2. Porcentaje de centros poblados que consumen agua clorada en la región Huancavelica 2021.....	20
Figura 3. Rehabilitación del sistema de cloración del centro poblado de La Colpa.....	21
Figura 4. Estado situacional de los filtros del sistema de cloración del centro poblado de La Colpa. ....	22
Figura 5. Diagrama del sistema de cloración por goteo autocompensante.....	41
Figura 6. Ubicación del flotador.....	44
Figura 7. Caudal del goteo.....	45
Figura 8. Función del hilo de nylon.....	46
Figura 9. Conexión de la tubería al tanque dosador.....	46
Figura 10. Ubicación de la tubería de evacuación.....	47
Figura 11. Sistema de boya interior.....	47
Figura 12. Función del dispositivo de nivel estático.....	48
Figura 13. Ubicación del distrito de Daniel Hernández.....	57
Figura 14. Lista de los componentes que se incluyen en el sistema de cloración por goteo ...	65
Figura 15. Cálculo para el proceso de cloración.....	69

## RESUMEN

En la presente investigación el problema general fue: “¿Cuál es el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales?”; asimismo, tuvo como objetivo general: “Determinar el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales”. Y la hipótesis general fue: “Un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales logra mejores beneficios que los sistemas de cloración por goteo tradicionales”. El método general fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue descriptivo y el diseño fue Transeccional descriptivo comparativo. La población correspondió al sistema de cloración de agua potable del centro poblado de La Colpa, del distrito de Daniel Hernández. Como conclusión principal se tiene que, “con el sistema de cloración por goteo propuesto en la investigación, se logra tener un eficiente tratamiento de cloración, a lo largo de la línea de distribución de agua que consume el centro poblado de La Colpa, garantizar un suministro de agua microbiológicamente seguro”. Sin embargo, aguas abajo del punto de dosificación, el cloro residual tiende a disminuir, es por ello la importancia de un monitoreo constante, para asegurar un proceso de eliminación y/o inactivación de microorganismos y organismos que pueden ser patógenos para el ser humano y que se encuentran normalmente en el agua.

**PALABRAS CLAVES: Cloro residual, sistema de cloración por goteo, reservorio, calidad de agua.**

## **ABSTRACT**

In the present investigation, the general problem was: "What is the result of the implementation of an optimized drip chlorination system for drinking water systems of rural populations?"; Likewise, it had as general objective: "Determine the result of the implementation of an optimized drip chlorination system for drinking water systems of rural populations". And the general hypothesis was: "A drip chlorination system optimized for drinking water systems of rural populations achieves better benefits than traditional drip chlorination systems." The general method was scientific, the type of research was applied, the level was descriptive and the design was Transectional descriptive comparative. The population corresponded to the drinking water chlorination system of the town center of La Colpa, in the district of Daniel Hernández. The main conclusion is that, "with the drip chlorination system proposed in the investigation, it is possible to have an efficient chlorination treatment, along the line of distribution of water consumed by the town of La Colpa, guaranteeing a microbiologically safe water supply. However, downstream of the dosing point, residual chlorine tends to decrease, which is why constant monitoring is important to ensure a process of elimination and/or inactivation of microorganisms and organisms that may be pathogenic for humans and which are normally found in water.

**KEY WORDS: Residual chlorine, drip chlorination system, reservoir, water quality**

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis llevó por título **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEÓ OPTIMIZADO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE DE POBLACIONES RURALES”**. Se inició el proceso de investigación a partir de que se identificara, que en el distrito de Daniel Hernández, así como en muchos otros distritos del Perú, los índices de enfermedades diarreicas agudas en adultos y niños eran elevados, así como los índices de anemia y el bajo coeficiente intelectual en menores de cinco años; siendo la mala calidad de agua y las bacterias presentes en ella, uno de los principales causantes de los indicadores mencionados.

En los sistemas de distribución de agua rural, se utiliza el sistema de cloración auto compensado, para sistemas de gravedad sin tratamiento, los cuales han sido construidos y ejecutados, sin la verificación de consistencia, en cuanto al sistema de cloración, teniendo entonces a las poblaciones, consumiendo agua, directamente desde las captaciones, sin ningún tratamiento de eliminación de bacterias previo.

De este modo, se tuvo como objetivo de la investigación determinar el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales. Donde, para cumplir con el mismo, se aplicó una metodología de tipo aplicada, de nivel descriptivo y diseño transeccional descriptivo comparativo.

De este modo, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación, se encuentra el planteamiento del problema, la creación y formulación del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos general y específicos.

En el Capítulo II: Marco teórico, se encuentran los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, los conceptos y sus definiciones, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Metodología, ubica al método de la investigación, tipo de investigación, nivel de la investigación, diseño de la investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información y análisis de datos.

En el Capítulo IV: Resultados, se presentó el análisis de resultados de acuerdo con los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión de resultados, se realizó la discusión de los resultados obtenidos en la investigación de acuerdo con los antecedentes utilizados.

Finalmente, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

No es para menos afirmar que agua es indispensable para el desarrollo del hombre puesto que el líquido elemento garantiza principalmente su salud, higiene y alimentación. Sin embargo, según datos publicados por la Fundación We Are Water (s.f, citado por ESSAP, s.f.) a pesar de que el 70% del planeta tierra tiene agua, el 97% de esta es salada y no apta para el consumo humano, tampoco para actividades esenciales como agricultura o industria.

Solo el agua dulce es apta para el consumo humano, sin embargo, no toda está a disposición del ser humano dado que según refiere National Geographic (s.f.), el 90% está congelada por lo que el total de la humanidad depende de esta diferencia que se encuentra en los depósitos subterráneos, de ríos y lagos; cabe mencionar que este recurso debe pasar previamente por un proceso de potabilización para el consumo humano y es aquí donde surge el problema del acceso a la población dado que, según el portal de Ayuda en Acción (2017) alrededor de 663 millones de personas en el mundo vive sin agua potable en el mundo; mostrar preocupación por esta realidad no es para menos según los datos recogidos en diversos portales de organismos de renombre, los cuales reflejan el agravante de este panorama; por ejemplo la Organización Mundial de la Salud (2022) informa que en el mundo al menos 2000 millones de personas consumen agua contaminada con heces, lo cual evidentemente repercute en su salud, esto se refleja en la muerte de 3 millones de personas cada año debido a enfermedades relacionadas con la calidad del agua según lo mencionado por la Fundación AQUA.

National Geographic (s.f.) también resalta información relevante al respecto, mencionando que en cada ocho de diez hogares sin agua corriente, las mujeres y niños son los encargados de buscar el líquido elemento para llevarla al hogar día tras día, lo cual los expone a situaciones de violencia, los aleja de la educación básica, incrementando el alfabetismo y por ende, manteniendo el nivel de pobreza dado que pierden oportunidades a falta de educación.

Volteando hacia el contexto peruano, según datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2020), el 9,2% de la población carece de acceso a agua para consumo humano y de esta porción, el 81,1% pertenece a áreas de residencias rurales. Los datos publicados por departamento mencionan que, en el departamento de Huancavelica, Región que aborda la presente investigación, el 59,9% de población no tiene acceso a este servicio básico.

Como previamente se ha contextualizado, para que una determinada población pueda desarrollarse de manera eficaz, con sostenibilidad en sus actividades cotidianas, se debe contar al 100% con los servicios básicos disponibles, como: agua, desagüe y luz, sin embargo los datos expuestos reflejan que la realidad en las zonas más profundas de nuestro país es otra. La brecha en servicios de agua y saneamiento, es muy amplia y hay mucho trabajo aun, para poder llegar al cierre de brechas que nuestra sociedad anhela.

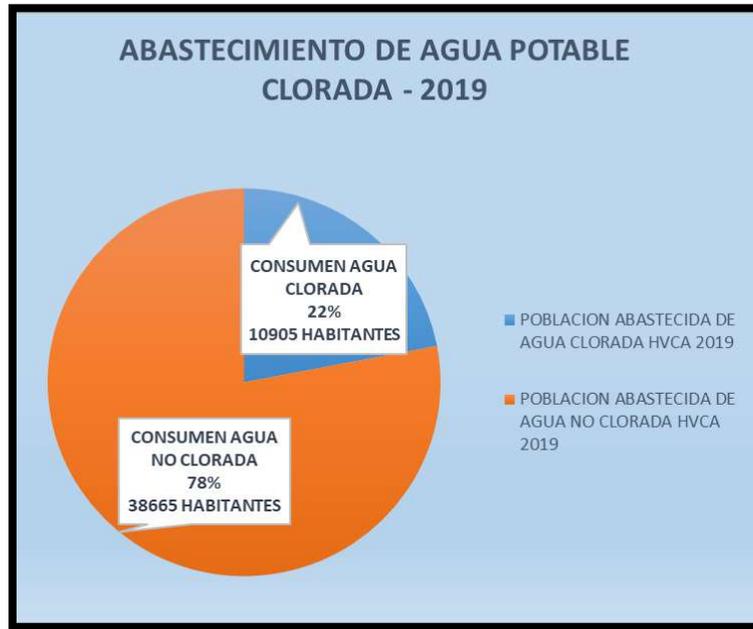
El 7 de enero del año 2012, mediante el Decreto Supremo 002-2012-VIVIENDA, se creó el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), con la finalidad y compromiso de atender las necesidades rurales del Perú, específicamente en temas de agua y saneamiento, este programa a la actualidad cuenta con una base de datos, en la que se pueden identificar los sistemas de agua existentes por cada centro poblado distribuidos a lo largo y ancho de nuestro territorio peruano, de acuerdo a

ello se pueden analizar aun los sistemas de agua potable que no están distribuyendo agua potable clorada, siendo el cloro en la actualidad el método más efectivo para eliminar bacterias y microorganismos en sistemas de abastecimiento de agua rural, sin embargo los sistemas de agua potable rural, que ya cuentan con un sistema de cloración instalado, presentan inconsistencias al momento de realizar el seguimiento y monitoreo de cloro en la administración del agua; esta problemática nace a raíz de algunos factores que se han podido analizar e identificar, visitando los sistemas de agua potable rural, del distrito de Daniel Hernández; el factor que más ha llamado la atención, es que, los sistemas de cloración conformados juntamente con el sistema de agua potable o posterior a la construcción del sistema, se encuentran deteriorados en su gran mayoría, los cuales por falta de interés y conocimiento de los beneficiarios, no son reparados en el tiempo adecuado.

De acuerdo al mapa de pobreza monetaria distrital y provincial, realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI); Huancavelica se ubica entre las tres regiones más pobres del país, este resultado, se ve reflejado, en la cantidad de personas que consumen agua potable clorada. En el siguiente gráfico, se puede identificar la cantidad de personas que consumen agua potable clorada en el año 2019.

**Figura 1**

**Porcentaje de habitantes que consumen agua potable en la región de Huancavelica**

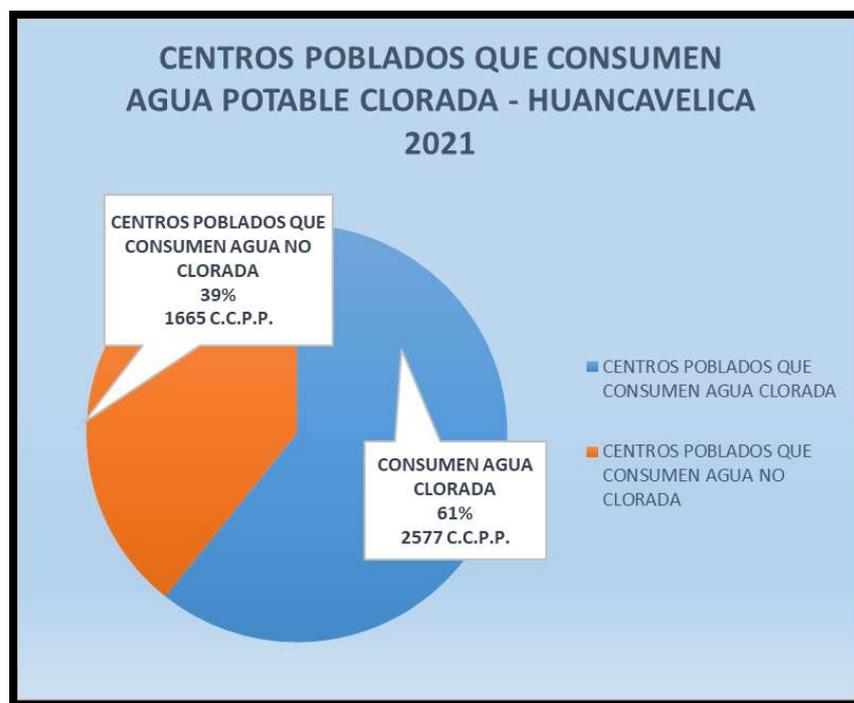


Fuente: Monitoreo de cloro libre residual Diresa Huancavelica abril 2019.

Los datos mostrados en la figura 1, dan evidencia que solamente 10905 habitantes aproximadamente consumían agua clorada, por lo que, el gobierno regional y gobiernos locales, en un trabajo articulado con los centros de salud de cada jurisdicción, han tratado de proporcionar, habilitar y monitorear los sistemas de cloración en los sistemas de abastecimiento de agua potable rural, en el reporte de cloro residual proporcionado por la Diresa de Huancavelica en el mes de abril del año 2021, se tienen los siguientes datos que se muestran en la siguiente figura.

**Figura 2**

**Porcentaje de centros poblados que consumen agua clorada en la región Huancavelica 2021**



Fuente: Monitoreo de cloro libre residual por centro poblado Diresa Huancavelica abril 2021.

En la figura 2, se observa que el 39% de centros poblados de la región Huancavelica aún no están clorando el agua potable de manera adecuada y sostenible, ya sean por motivos de falta de instalación o deterioro de los sistemas de cloración ya instalados.

Un sistema de cloración generalmente en la salida del sistema, cuenta con un diámetro de salida de 2.00 milímetros en cual dosifica un compuesto de hipoclorito de calcio al 70%, este compuesto contiene calcio, y si la administración y dosificación no cuenta con una buena manipulación, el calcio terminara solidificando la salida de 2.00 mm mencionada anteriormente, siendo este el

motivo principal del porque un sistema de cloración puede deteriorarse en un corto plazo posterior a su instalación, es por eso que al momento de realizar el monitoreo y seguimiento de cloro en el consumo de agua potable no se encuentra presencia de cloro de acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo 031-2010-Digesa.

El distrito de Daniel Hernández, cuenta con 25 centros poblados, para finales del año 2018, solo estaban clorando de manera adecuada 5 sistemas de abastecimiento de agua potable, de los cuales 14 sistemas de abastecimiento de agua potable ya contaban con un sistema de cloración, estos se encontraban deteriorados, y solo funcionaron por un intervalo de tiempo de 2 meses aproximadamente.

En las siguientes imágenes se puede apreciar el estado en que se encontraron los accesorios del sistema de cloración del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de La Colpa, lo cual es una clara evidencia de que la falta de cloración en los centros poblados rurales, se debe a la falta de optimización al momento de instalar los sistemas de cloración.

**Figura 3**

**Rehabilitación del sistema de cloración del centro poblado de La Colpa.**



Fuente: Fotografía capturada en el centro poblado de La Colpa

**Figura 4**

**Estado situacional de los filtros del sistema de cloración del centro poblado de La Colpa.**



Fuente: Fotografía capturada en el centro poblado de La Colpa

En las fotografías mostradas, se puede apreciar que el sistema de cloración no ha funcionado de manera adecuada, básicamente por una instalación no optimizada. Por lo tanto, en la presente investigación se busca, poner en funcionamiento un sistema que garantice una buena dosificación de cloro, y principalmente un buen y prolongado intervalo de tiempo en su funcionamiento.

## **1.2. Formulación y Sistematización del Problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Qué resultado se obtiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la vida útil de los componentes?
2. ¿Cómo incide un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la dosificación de cloro?
3. ¿Qué resultado se obtiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la calidad de agua?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Social o Práctica**

La introducción de un plan de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua bebible de poblaciones rurales, tuvo como antecedente la inactividad por deterioro del sistema de coloración agua auto compensante de la comunidad de La Colpa, en el distrito de Daniel Hernández, se realizó la siguiente investigación, debido a que la población está consumiendo actualmente agua no clorada, mediante la instalación del presente sistema, se pudo monitorear la cantidad de cloro, que administra al sistema de agua potable. Mediante la implementación del sistema se tuvo como referencia comparativa los otros sistemas de agua potable funcionando de manera paralela con otros sistemas de coloración por goteo auto compensado, en otros centros poblados aledaños, al sistema de agua potable de la comunidad de La Colpa.

Mediante la implementación de este plan se pretendió mejorar la calidad de vida de los habitantes con el servicio básico que es el agua potable para pueblos rurales.

### **1.3.2. Científica o Teórica**

La presente tesis se llevó a cabo con el objetivo de mejorar la calidad de vida de poblaciones rurales, mediante esta implementación de un plan de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua bebible o potable se ofreció agua consumible de calidad a la población y junto con ello se pretendió acabar o minimizar las enfermedades de origen hídrico de dichas zonas rurales, por ello fue necesario y urgente la implementación de dicho sistema. Para este plan se utilizaron tratamientos Sanitarios, Reglamento Nacional de Edificaciones, Reglamentos de Salubridad y Salud, así como Reglamentos de Diseño en Ingeniería Civil.

### **1.3.3. Metodológica**

El presente trabajo de investigación tiene una metodología que evalúa las variables por medio de instrumentos que fueron creados, teniendo en cuenta las dimensiones correspondientes, para después pasarlos por un proceso de validación y confiabilidad, confirmando estos aspectos, estos instrumentos podrán ser usados por futuros investigadores para valorar variables idénticas en distintos contextos y si fuese necesario pueden ser adecuados de acuerdo a los fines de la investigación y las bases teóricas que planteen la idea a realizarse.

## **1.4. Delimitación**

### **1.4.1. Espacial**

La investigación se desarrolló, en el distrito de Daniel Hernández, Provincia de Tayacaja, Huancavelica, específicamente en la red de repartición de agua potable de la comunidad de La Colpa.

### **1.4.2. Temporal**

El presente estudio tuvo una duración de 5 meses, realizándose desde el mes de julio, hasta el de noviembre del 2021.

### **1.4.3. Conceptual**

La presente investigación evidencia al Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano, que definen al sistema de abastecimiento de agua como el grupo de elementos hidráulicas y establecimientos que son impulsadas por un desarrollo operativo, administrativo y equipos fundamentales desde la obtención hasta el abasto del agua por medio de conexión domiciliaria, para una distribución tradicional cuyas partes cumplan las reglas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Asimismo, Cárdenas y Patiño (2010) definen al sistema de agua potable como el grupo de trabajos importantes para obtener, dirigir, manipular, acumular y abastecer el agua a partir de fuentes naturales como subterráneas o superficiales, para llegar a las casas de las personas que serán beneficiados con este sistema, en este caso las poblaciones rurales.

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Limitaciones por el Covid-19**

El desarrollo del estudio presentó algunos contratiempos, por motivos de las circunstancias de la pandemia por la COVID - 19, el confinamiento y los toques de queda, para la obtención de componentes y la realización de los experimentos de laboratorio.

#### **1.5.2. Limitaciones económicas**

Ya que los costos fueron asumidos por el investigador, hubo limitaciones en cuanto a los resultados de laboratorio y se tuvo que llevar las muestras hasta la ciudad de Lima.

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Hallar el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales.

#### **1.6.2. Objetivos específicos**

1. Indicar el resultado que se tiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la vida útil de los componentes.
2. Determinar la incidencia de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la dosificación de cloro.
3. Determinar el resultado de implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la calidad de agua.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

Jorge (2017), en su trabajo “Implementación de cloración por gotteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, Palcamayo – Tarma 2017” presenta como **problemática** “¿Cómo sería la introducción del sistema de cloración por gotteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, 2017?”. **El principal objetivo** “Explicar la Implementación del sistema de cloración por gotteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, 2017”. En su **metodología** de tipo tecnológica, nivel descriptivo – experimental. El investigador **concluye** que, la introducción de un sistema de cloración por gotteo posibilita tener un sistema de agua bebible sustentable en el centro poblado de Ochongacocha, 2017. La cloración del agua mediante el sistema de cloración por gotteo muestra su eficiencia, obteniendo como resultado que, durante el tiempo de evaluación, el 96% de las pruebas tomadas acatan las exigencias de la norma, con respecto al cloro residual. El investigador

**aconseja** a los directivos locales y regionales de la zona, administrar e incentivar que los estudios y planes con el agua y saneamiento no pueden estar enfocados solamente a construcción e instauración de nuevos sistemas, sino también es fundamental invertir en planes de mejoramiento de los sistemas que ya existen, integrando instalaciones que garanticen la distribución de agua potable, haciendo sustentables los sistemas.

Landeo (2018), en su investigación “Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales” el investigador formula su **problema general** “¿En qué grado favorece la relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales?”

**Objetivo general** “determinar en qué grado favorece la relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales”. En su **metodología** el investigador cuyo estudio es de tipo aplicada, por lo que en la investigación se estudiara los sistemas de distribución de agua potable en zonas rurales de Huancavelica, el investigador **concluye** que las técnicas por goteo ayudan de forma significativa en la eficacia del cloro residual, en la instauración de sistemas de cloración en sectores rurales, ya que se muestra en los resultados que están en el rango de 0.5 mg/l – 1 mg/l. Además, dicho autor **recomienda** que, es probable que el agua de origen tenga turbidez, principalmente después de los tiempos de lluvia. En esta situación es plausible detener la cloración hasta que la dureza del agua se pierda y retorne a su normalidad, esto debido a que la cloración de agua que presenta materia orgánica logra generar problemas dañinos en la salud.

Perez y Ramos (2018), durante su trabajo de investigación “Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan grande del distrito y provincia de Huancavelica – 2018” los investigadores formulan el siguiente problema “¿Cuál es la dosis de cloro y cloro residual libre del sistema de agua potable, suministrada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento de acuerdo al Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N°031-2010-SA en el sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica – 2018?” Considerando como objetivo principal: “Evaluar la dosis de cloro y cloro residual libre del sistema de agua potable, suministrada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento de acuerdo al Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N°031-2010-SA en el sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica – 2018”. Asimismo, la metodología que utilizan los investigadores es de tipo aplicada, ya que se busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Los investigadores concluyen en que la cantidad de clor hallado en el deposito de agua fue de un mínimo de 0.40 mg/l y un máximo de 0,50 mg/l, de estos resultados se dedujo que los resultados varían con el pasar del tiempo, durante los monitoreos hechos en las cuatro quincenas no se encontraron un valor adecuado que asegure la existencia de un residual admisible en las redes de abastecimiento. Los investigadores recomiendan, aumentar el caudal del hipoclorito de calcio, de esta forma se aumentará la dosis de cloro, y se reducirá el tiempo de solución madre, esto para conservar mejor la cantidad de cloro residual mínimo en las redes de distribución.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Enciso (2019), en su trabajo de investigación “Seguimiento de la concentración de cloro residual en Tanque de almacenamiento, red de distribución y Tanques residenciales en el municipio de Fortul, Departamento de Arauca.” formula su problema general “¿Cuáles son las concentraciones de cloro residual en el tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques elevados residenciales en el Municipio de Fortul, Departamento de Arauca y las variables que inciden en sus valores?”, además, el objetivo general es “Realizar el seguimiento a la concentración de cloro residual en tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques elevados en el Municipio de Fortul, Departamento de Arauca”, el metodo que emplea el autor en el presente estudio es cuantitativo y se desarrolló en 9 etapas distintas, de acuerdo a los resultados que las fases del proceso de investigación requiere. En primer lugar, se hace la representacion del regimen de lluvias, segunda etapa, despues de precisar las epocas de lluvias y de sequia, se señala el tiempo con relaciones de temperaturas altas adecuado para hacer la investigación, tercera etapa, se hizo un registroo de las instalaciones de tratamiento de agua, red de abastecimiento y los depositos de las casas, para examinar la operación y tratamiento en las instalaciones, localización de puntos en la red y la colocación de los depositos altos en las casas, cuarta etapa, se dio seguimiento la concentración del cloro residual a la salida del deposito de agua, como quinta etapa del estudio se hace el seguimiento de las variabllles a investigar en 11 partes de muestra, sexta etapa, se escoge las casas que seran monitoreadas sientto de froma aleatoria, séptima etapa, se hace el

seguimiento de en los depositos altos (Asbesto Cemento – PVC – Autoconstruidos), octava etapa, se compara los valores hallados en campo con los valores hallados, identificando disparidades y dando apoyo teorico a la misma, como novena y ultima etapa de investigación, el autor aconseja alternativas que moderen la repercusion directa de las grandes temperaturas al deposito de almacenamiento de la PTAP. También, se concluye que del estudio realizado a la informacion brindada durante el seguimiento y los valores hallados resultado de la modelación computacional de la red de abastecimiento con EPANET, se halló una alteración en la densidad del cloro residual y su conducta con la variación del tiempo, temperatura, pH, alcalinidad y conductividad.

Riveros (2018), En su trabajo de investigación “Modelación computacional y validación en campo de los coeficientes de reacción del cloro en un sistema de abastecimiento de agua potable: caso de estudio Líbano Tolima.” tiene como problema general: “Determinar la calidad de agua, los factores más importantes a evaluar es la presencia de cloro residual y la ausencia de agentes patógenos o microorganismos”. El objetivo principal del investigador es “Determinar los coeficientes de reacción del cloro del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio del Líbano Tolima, por medio de una modelación computacional y validación en campo”. En la metodología el autor plantea su investigación en 3 fases; en la primera fase, realiza la visita a campo e identifica la zona de recolección de datos, en la segunda fase, calibra la dosificación de cloro en la red de abastecimiento, para la tercera fase, el investigador analiza la sensibilidad de la red de abastecimiento con respecto a la dosificación de cloro

administrado. El investigador concluye la información hallada en el campo son fundamentales para empezar con la modelación de la red que ya existe y permitio hacer la estimación de la misma con acercamiento a la realidad. Con la informacion dada por la empresa Líbano Tolima EMSER ESP y la recogida en campo, se desarrolló un ejemplo digital de la red de abastecimiento de agua potable del municipio de Líbano, con el proposito de saber los coeficientes de reacción del cloro y conocer la calidad del agua distribuida a la población, este ejemplo se desarrollo en el software EPANET. De esta manera, recomienda dar importancia a tener datos de las presiones de su RDAP, renueve y presencie la información catastral de las redes existentes para tener modelos y mapas de todo el sistema y que estan sean las correctas, lo que facilitara el funcionamiento o la precaución de problemas comunes en la red y hacer el cuidado en la red eludiendo los desperdicios dentro de la misma, esto debido a que se dan noticia de desperfectos en la s tuberías estos se filtran y son llevados por toda la red generando turbiedades en el agua.

Gámiz (2021), en su trabajo de investigación “Contribución al modelado e implementación de un control avanzado para un proceso de cloración de una estación de tratamiento de agua potable”, cuyo objetivo principal es: “Contribuir al modelado e implementación de un control avanzado para un proceso de cloración de una Estación de Tratamiento de Agua Potable”. En cuanto a su metodología, el investigador menciona que se requiere de una forma de seguimiento sofisticado para introducir un simulador y un control de cloración en las instalaciones de tratamiento de agua, debido a esto la metodología en la presente investigación se divide en 4 etapas: i)

Modelizado, ii) caracterización de la Planta de Cloración, iii) Diseño y validación del Controlador y iv) Implementación del Controlador Pruebas FAT/SAT. El investigador concluye que se logró detallar y validar la determinación del proceso de cloración; se cumplió con diseñar e implementar un simulador para verificar diversas estrategias de control antes de la implementación en la planta de tratamiento de agua; se validó el simulador del controlador de la planta, el mismo que puede ser replicado a plantas donde exista gran cantidad de cloro en el agua a tratar dado que no requiere de un equipamiento específico para su ejecución física, lo cual representa un menor costo operativo.

## **2.2. Bases Teóricas o Científicas**

### **Sistema De Abastecimiento De Agua**

Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano (2010) , define al sistema de abastecimiento de agua como el grupo de elementos hidráulicas y establecimientos que son impulsadas por un desarrollo operativo, administrativo y equipos fundamentales desde la obtención hasta el abasto del agua por medio de conexión domiciliaria, para una distribución tradicional cuyas partes cumplan las reglas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

El objetivo principal del sistema de abastecimiento de agua potable es la de dar a las personas, agua de calidad y de una cantidad buena, esto para satisfacer sus necesidades. El ser humano está compuesto por un 70% de agua, por lo que el agua es de mucha importancia para sobrevivir. Un punto principal, es conocer el término potable. El agua potable se considera como la que respeta la norma dada por la OMS (Organización Mundial de la

Salud), esta menciona el porcentaje de sales minerales diluidos que se debe de encontrar en el agua, esto para tener la denominación de “potable” (Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 2013).

Por otro lado, principalmente es aceptada la definición que menciona que el agua potable es aquella que suele ser apta para el consumo humano, esto significa que dicha agua se puede beber sin que genere perjuicios o enfermedades al ser bebida. La principal causa de la contaminación de agua son las aguas residuales municipales, provocando enfermedades hídricas por las bacterias, virus y otros organismos patógenos que contienen las heces excretas, y mas aun si son de sujetos enfermos. Al respecto es fundamental tener conocimiento de la calidad del agua se quiere usar para la distribución de una población (Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 2013).

El sistema de agua potable tiene como objetivo brindar un servicio eficaz, teniendo en cuenta que el agua sostenga cantidad, calidad y continuidad. Para el desarrollo de un plan de este sentido, es indispensable tener varias opciones, delimitando a cada una de estas los trabajos que conforman, haciendo un análisis, para escoger el más adecuado, teniendo en cuenta sus direcciones de eficacia, construcción, operación, social y económico (Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 2013).

El modelo hidráulico del sistema de agua potable, se implementará considerando los datos básicos de proyecto y sus dimensiones se deben de investigar para poder planificar su construcción por periodos, las

instalaciones de tratamiento y las paradas de bombeo son indispensables y tienen que ser articulares, para construirse por procesos y que su operación sea manejable conforme a los requisitos de los gastos (Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 2013).

### **Desinfección del agua para consumo humano**

Según la Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (2017), la desinfección del agua para el consumo humano consiste en la eliminación de organismos patógenos que se encuentran dentro del agua antes de ser suministrada a los habitantes. Este, se realiza por medio de intermediados químicos o físicos y deben tener un resultado residual en el agua para el consumo humano, con el objetivo de finalizar el peligro de cualquier contaminación por virus o bacterias después de la desinfección. Asimismo, es un proceso de suma importancia para garantizar la inocuidad del agua potable. Siendo de obligatoriedad en todo sistema de suministro de agua potable.

La valuación de la condición del agua se hace relacionando sus características físicas, químicas y microbiológicas con los datos de los requerimientos dadas en las normas vigentes, conforme a la utilización que se le hará al agua. En consecuencia, debemos valorar el nivel en el que se ajustan los resultados obtenidos después del monitoreo a los niveles de calidad aplicable para agua apta para el consumo humano (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017).

### **Sistema De Desinfección**

Este posibilita afianzar que la calidad del agua continúe un tiempo más y este resguardada durante su viaje por las cañerías hasta su llegada a las casas de los habitantes por medio de las conexiones de las casas. La instalación tiene que estar lo más cercano a las conexiones principales al depósito de agua y situado en un lugar donde la luz natural no afecte la concentración de cloro dentro del recipiente (Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas de Saneamiento Rural, 2018).

Se sugiere que el cloro residual esté como mínimo en 0,3 mg/l y como máximo 0,8 mg/l en situaciones comunes de suministro, se puede evidenciar si se superan estos límites debido a que se detectan fácilmente por olor y sabor, lo que resulta en el rechazo del consumidor (Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas de Saneamiento Rural, 2018).

Para su desarrollo se usan diferentes componentes y operaciones que controlen el goteo por segundo o su similar en ml/s, sin hacer uso de metales ya que estos se pueden desgastar por las sales minerales (Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas de Saneamiento Rural, 2018).

### **Formas De Desinfección**

#### **a) Desinfección De Agua Por Medio De Luz Ultravioleta**

La desinfección del agua mediante Luz UV brinda muchas ventajas. En contraparte de los desinfectantes químicos, la Luz UV no añade composiciones químicas dañinas al agua potable ni genera la creación de productos secundarios mutables ni cancerígenos. La luz UV no impulsa la putrefacción por oxidación de microbianos poliméricos que resulta con la creación de CAO que podría generar el crecimiento de organismos biológicos en los sistemas de abastecimiento. Asimismo, este tipo de

desinfección no deja olores ni sabores desagradables en el agua tratado. Por otro lado un aumento de las cantidades de los desinfectantes químicos generan productos secundarios adicionales e impactos estéticos, empero no se encuentra ni un efecto negativo al usar la desinfección con Luz UV (Cairns Y Wright, 1996).

La utilización de Luz UV finiquita la obligación de llevar, guardar y manipular mercancías químicas y peligrosas. El coste asociado con dichos métodos puede aumentar 30% al coste de desinfección cuando tales prácticas son controladas por ejemplo por el Código Uniforme de Incendios de los Estados Unidos. Este código pide el seguro contra posibles contratiempos, ventilación y provisión, así como infraestructuras que puedan contener con una liberación no intencional de gas de cloro o un derrame de líquido caustico (Cairns Y Wright, 1996).

Existen gran cantidad de virus y bacterias a las que se les puede aplicar la desinfección UV en un rango de dosis menor en comparación al cloro u ozono. Esto a diferencia de desinfectantes con contenido químico dado que la inactivación microbiana por UV no requiere del pH ni de temperatura. En caso de los quistes de protozoarios, se ha visto que estos resisten la desinfección UV bajo presión con lámparas de arco de mercurio. Además de ello, se ha comprobado que los oocitos de *Cryptosporidium* no pueden ser inactivados con dosis normales de ozono o cloro. Por tanto, la filtración sigue siendo la solución más factible para remover quistes (Cairns Y Wright, 1996).

**b) El Calor**

Consiste en lograr la desinfección por agua hervida a grandes temperaturas. Tal es el ejemplo de una DAN, cuyos instrumentos deben ser hervidos en un recipiente apto por un periodo de 5 a 20 minutos desde que el agua empieza a hervir, es importante que en este periodo los objetos sean cubiertos completamente por el agua y que no se añada ningún objeto en este tiempo. Es importante tener también en cuenta que el fuego debe ser bajo para evitar que los objetos reboten, disminuya el agua y lograr consumir menos cantidad de gas. En casos de lugares donde hay una gran distancia con relación al mar, se sugiere usar más tiempo para hervir los objetos, los mismos que pueden secarse al aire o con ayuda de una toalla esterilizada antes de que estos vuelvan a usarse o ser almacenados. Es importante considerar que este método no puede ser replicado en el ámbito médico (manual de esterilización hospitalaria, 2002).

**c) Ozonización**

Acerca de las propiedades del ozono, se tiene conocimiento de que esta puede usarse para el tratamiento del agua, lo cual incluye la oxidación de sustancias orgánicas. Además, puede usarse por su propiedad de desinfectante primario dado que, el ozono gaseoso puede formarse haciendo pasar oxígeno o aire seco a través del campo magnético por alta tensión; este aire que fue enriquecido por el ozono se añade al agua de forma directa por medio de difusores porosos en la base de torres de contacto. En relación a estas últimas, es común que tengan una profundidad de 5 m, por lo que dan un tiempo de contacto de 10 a 20 minutos. Referente al ozono que es aplicado, lo ideal es que al menos el 80% de este se disuelva para que la diferencia que sale por la torre pase por un destructor de ozono para

posteriormente ser expulsada por la atmósfera (Organización Mundial de la Salud, 2006).

La ozonización tiene como objetivo que, luego del tiempo de contacto determinado, se logre la concentración deseada. Para la oxidación plaguicidas oxidables y otras sustancias orgánicas, es común que se aplique una concentración residual de 0,5 mg/l luego de un tiempo de contacto de hasta 20 minutos. Para lograr esto, la dosis puede variar de acuerdo con el tipo de agua, por lo que es común que esta dosis sea de 2 a 5 mg/l. En relación a aguas sin ser tratadas, es necesario dosis más altas debido a la demanda de oxígeno que tienen las sustancias orgánicas de origen natural (Organización Mundial de la Salud, 2006).

La biodegradabilidad aumenta cuando el ozono reacciona ante sustancias orgánicas y se mide en términos de carbono orgánico asimilable. Para evitar situaciones en las que haya proliferación de bacterias durante la distribución, puede complementarse la ozonización con tratamientos posteriores, tales como filtración o tratamientos que incluyan carbón activado granular, todo ello con el fin de eliminar sustancias orgánicas biodegradables, las mismas a las que se les aplica una concentración residual de cloro, esto a raíz de que el ozono por sí solo no provoca un efecto desinfectante residual (Organización Mundial de la Salud, 2006, P.148).

**d) Cloro o hipoclorito de calcio**

Este se trata del método por el cual el agua es desinfectada por adición de cloro para lograr inactivar o destruir organismos presentes en el agua. Es necesario aplicar la dosis necesaria de cloro y dejar transcurrido el tiempo en que este debe estar en contacto para lograr su acción oxidante. Además,

este puede usarse en casos donde el agua no contiene contaminantes químicos o materia orgánica que alteren el sabor del agua (Orellana, 2005). De acuerdo a lo expresado por Orellana (2005), cuando la desinfección se realiza ligeramente por encima del nivel crítico, el riesgo se reduce al mínimo, ello a cambio de que la dosis de cloro residual no sobrepase de sobremanera a la salida de la instalación, por lo que sería necesario reducir parcialmente con hiposulfito o dióxido de azufre para disimular el sabor a cloro. En estos casos también puede usarse hipoclorito o cloro antes del tratamiento de carbón en grano que se usa para eliminar distintos tipos de materias orgánicas que provocan sabores y reducen el exceso de cloro. Posterior a la filtración con carbón activado, puede adicionarse una dosis mínima de cloro, para esta cloración complementaria puede usarse dióxido de cloro o cloramina con el fin de mantener el cloro residual en la red de distribución y con esto se logrará que no haya olores molestos, salvo que existan condiciones que las provoquen.

El pH influye en la acción del cloro, por lo que mientras el pH sea más alto, mayor será la dosis de cloro residual que es necesario que se mantenga para obtener los resultados esperados en un determinado tiempo de contacto. También es necesario considerar que, para elevar el pH del agua filtrada, debe realizarse realiza una neutralización (Orellana, 2005).

**e) Sistema de Cloración por goteo auto compensante**

Este proceso permite desinfectar el agua potable por medio de la dosificación persistente de una solución de cloro en cantidades pequeñas, estas puede ser en chorros o gotas en la cámara donde se realiza la cloración o en su defecto, en el reservorio. Todo este proceso tiene como objetivo

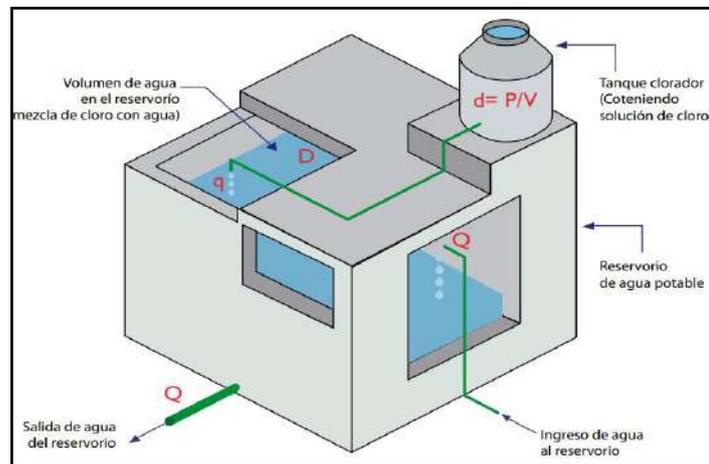
desinfectar de forma eficiente el agua y así lograr que el cloro residual libre esté presente de acuerdo a la norma en vigencia (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017).

Los componentes básicos del sistema de cloración por goteo son:

- a) Tanque clorador de volumen conocido (generalmente 600 litros) para la preparación y almacenamiento de la solución clorada.
- b) Elemento de dosificación que contiene la dosis de solución de cloro en el punto ideal de cloración. Por lo general, esto se realiza por medio de un caudal conocido (por lo general de 1, 2, 4, 6 y 8 litros por hora) y por descarga libre.

**Figura 5**

**Diagrama del sistema de cloración por goteo autocompensante**



Fuente: Elaboración propia

La cloración por goteo consiste principalmente en:

- a) Aplicar de forma continua un caudal por goteo de una solución que contenga cloro de alta concentración de cloro libre ( $\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OCl})_2$  o  $\text{NaOCl}$ ), todo ello en el reservorio de almacenamiento o cámara de cloración. Respecto a las concentraciones de cloro, su solución puede distar en un rango de 200mg/l hasta 5000mg/l. Esto tiene el fin de aplicar una dosis o caudal que sea capaz de llegar a la demanda de cloro y asegurar la dosis necesaria de cloro residual libre.
- b) Luego de determinada la dosis de cloro, mediante un análisis simplificado de balance de masas se determina el caudal de cloración a aplicar según la siguiente ecuación:

$$D \times Q = d \times q$$

Donde (ver Figura 1):

- D: Dosis de cloro a aplicar al agua en mg/L.
- Q: Caudal de agua a desinfectar en L/s.
- d: Concentración de cloro en la solución clorada en mg/L.
- q: Caudal de solución clorada a aplicar en L/s.

En el sistema de cloración por goteo autocompensado (ver Figura 1) se conocen Q, D y q, además se conoce o fija el volumen del tanque clorador. Por tanto, se puede determinar el peso de cloro a utilizar o disolver en el tanque clorador (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017, P.39).

Para elegir el volumen del tanque clorador es importante tener en cuenta el periodo en que se quiere hacer la recarga del desinfectante.

Para determinar el peso de cloro a disolver en el tanque de cloración se usa las siguientes expresiones:

$$d = D \times Q / q \dots\dots\dots(1)$$

$$d = P \times \%cl / V \dots\dots\dots(2)$$

V = volumen del tanque clorador y % se refiere a la concentración del producto de cloro a usar Luego, igualando las ecuaciones 1 y 2 se obtiene que:

$$P = D \times Q \times V \dots\dots\dots(3)$$

### **El proyecto SABA Plus**

Este proyecto tiene como objetivo el apoyar a diversas regiones del país e incrementar una mejor calidad, cobertura y saneamiento de los suministros de agua a nivel rural. Impulsando el desarrollo de gestión y calidad, dicho trabajo que se elaboró en Cajamarca, presenta las siguientes ventajas.

### **Ventajas del sistema**

- Bajo costo de construcción y mantenimiento
- Fabricación local
- Simplicidad de concepción
- Facilidad de adquisición del desinfectante
- Relativa exactitud en la dosificación
- Facilidad de operación y mantenimiento
- Autonomía
- Práctico

- Instalable para sistemas de agua potable de comunidades de hasta 2000 habitantes
- Funcionamiento sin necesidad de presión del agua
- Funcionamiento sin requerir energía eléctrica

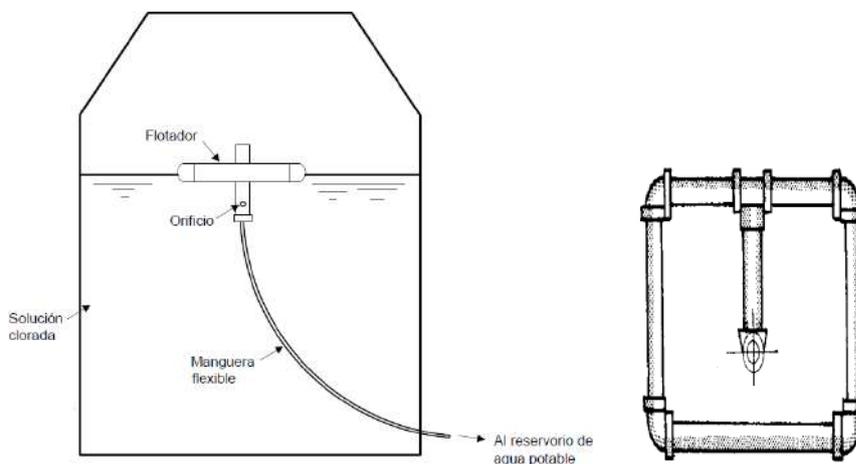
### Funcionamiento

Dicha solución clorada, se vierte en un tanque de seiscientos litros con 65 a 70% de hipoclorito de calcio. El fin de este sistema es que gotee al interior del mismo reservorio que contiene el agua potable, de forma constante y continua, en el tiempo que dure el vaciado del tanque. Ahora bien, el caudal del goteo, la concentración y el tiempo de la recarga del tanque, están sujetos al consumo del agua que demanda la población.

El flotador que es colocado dentro del tanque dosador, capta la solución madre mediante un reducido orificio de 2 mm, que se encuentra sumergido por debajo del nivel de agua en un tubo. Al ingresar en el orificio la solución clorada, se encuentra dentro de la manguera de plástico que es flexible y conduce dicha solución hasta la salida del tanque y como secuencia gotea dentro del reservorio que contiene el agua potable.

**Figura 6**

#### Ubicación del flotador



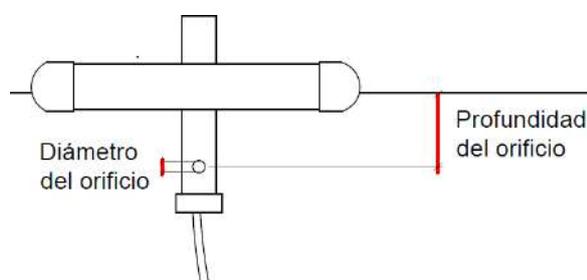
Fuente: Elaboración propia

El constructo del sistema, permitió la obtención de un goteo de caudal constante, sin que importe el nivel de agua que se encuentre en el tanque dosador y el agua contenida en el reservorio, se puede clorar esta de forma constante, en lo que dure el vaciado del tanque dosador. En contraste con un sistema simple, que no cuenta con un flotador, ni una válvula que regule la salida del tanque, pero si le permite obtener un goteo del cloro, sin embargo genera un carga alta al inicio, con un goteo veloz de solución madre y una carga baja, cuando el nivel es bajo.

Un goteo rápido y constante, se puede obtener de acuerdo a 2 parámetros, el primero es el diámetro de la profundidad, donde a mayor diámetro de orificio, presentará mayor caudal de goteo en comparación con un diámetro menor y por ende menor goteo. Se aprecia también información técnica sobre el cálculo del caudal de goteo.

**Figura 7**

**Caudal del goteo**



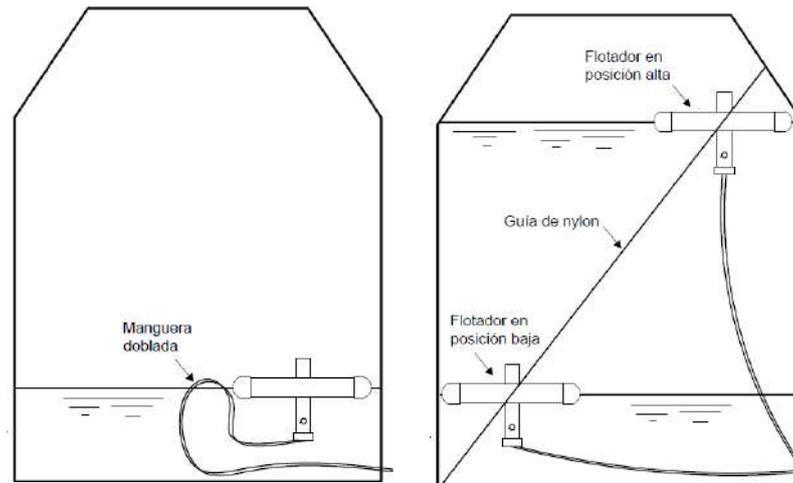
Fuente: Elaboración propia

Como guía para el flotador, es necesario la instalación de un hilo denominado nylon, en forma diagonal. El propósito de esta guía es que

cuando baje el nivel de agua, el flotador mantendrá la distancia con la salida, evitando que la manguera flote o se doble, impidiendo que haya un buen flujo clorado en la manguera.

**Figura 8**

**Función del hilo de nylon**

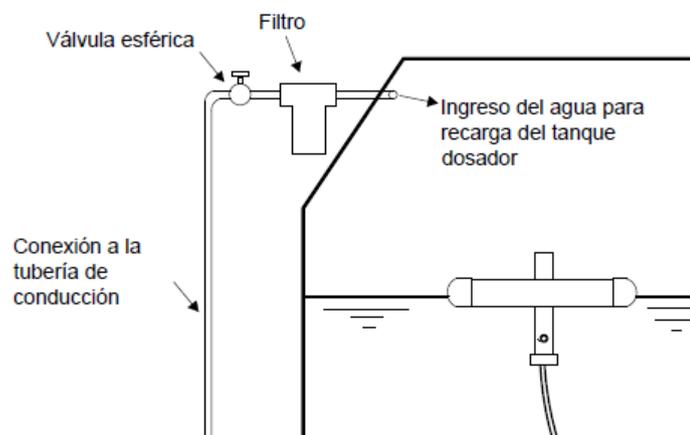


Fuente: Elaboración propia

Para que el tanque dosador quede recargado, primero debe existir una considerable presión que esté conectada a una tubería que va desde la línea de conducción, y llegue el mismo reservorio, previamente a haber por un filtro, tal y como se muestra en la figura.

**Figura 9**

**Conexión de la tubería al tanque dosador**

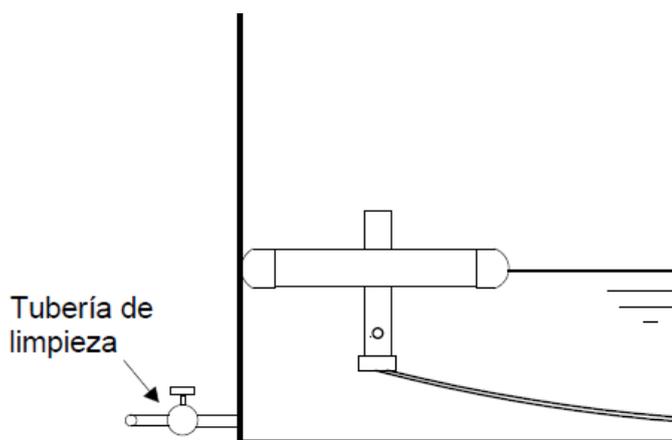


Fuente: Elaboración propia

Para permitir la limpieza del tanque dosador se instala una tubería de evacuación.

**Figura 10**

**Ubicación de la tubería de evacuación**

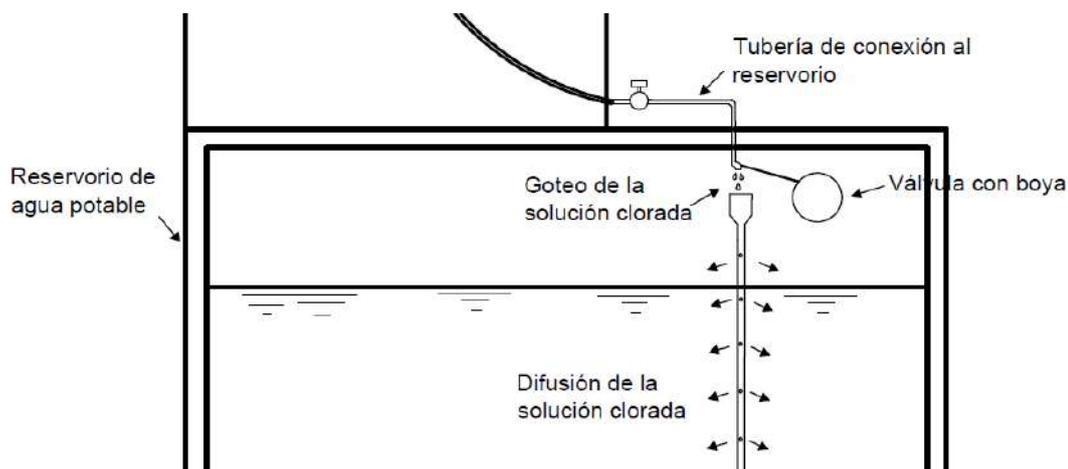


Fuente: Elaboración propia

Un sistema de boya situada en el interior del reservorio de agua potable por donde gotea la solución clorada permite cerrar el ingreso de cloro cuándo el reservorio se llene, evitando un exceso de cloro. Un dispositivo de difusión de la solución clorada formado de tubos y accesorios de PVC de  $\Phi 1/2''$  está instalado dentro del reservorio para asegurar una buena homogeneidad del cloro.

**Figura 11**

**Sistema de boya interior**

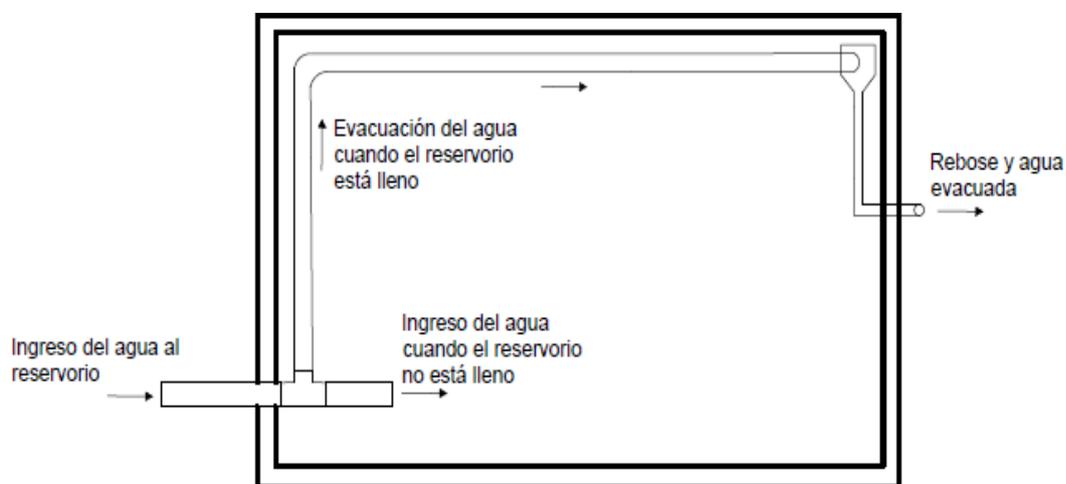


Fuente: Elaboración propia

Un dispositivo llamado nivel estático permite también evitar el desperdicio de agua clorada en el reservorio. Una vez que el agua alcanza el nivel máximo en el reservorio, el agua de la conducción no ingresa más al reservorio, sino esta se evacua directamente por el rebose, sin entrar en contacto con el cloro.

**Figura 12**

**Función del dispositivo de nivel estático**



Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Definición de términos

**Cloro libre.**

“Es la cantidad de cloro disponible para la desinfección del agua. Queda como remanente después de reaccionar con los compuestos presentes en el agua y está disponible para eliminación de patógenos. Se determina como la suma del ácido hipocloroso más ion hipoclorito” (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017, P.24).

**Cloro residual libre.**

“Cloro libre que queda disponible después de haber efectuado la desinfección del agua, es decir, la destrucción o inactivación de los microorganismos presentes. La norma peruana exige una concentración mínima de cloro residual libre en el agua potable de 0.50 mg/L” (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017, P.24).

“El cloro residual libre está determinado por la suma de la concentración de ácido hipocloroso más la concentración de ion hipoclorito que se forma en el agua luego de añadir el compuesto de cloro; su equilibrio está influenciado por el pH del agua” (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017, P.24).

**Turbiedad.**

“Parámetro que indica la capacidad para que un haz de luz atraviese un cuerpo de agua. Se considera una característica organoléptica de la calidad del agua potable. La Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU recomienda una turbiedad máxima de 0.1UNT para optimizar la efectividad de la desinfección del agua. Mientras más turbia sea el agua, mayor riesgo de contaminación microbiológica o de contener otros contaminantes. No es recomendable clorar aguas con más de 5 UNT” (Cooperación Alemana,

implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017, P.24).

### **Reactivo DPD.**

“El DPD 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. DPD proviene de las primeras letras de: Dietil Parafenileno Diamina, la cual es la sal principal, que reacciona con el cloro del medio acuoso, formando un complejo de color rosado a fucsia y consecuentemente dando una señal colorimétrica positiva. El resto de componentes de la mezcla, tienen la función de crear un medio favorable para la reacción” (R-Chemical, 2011).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales resulta ser más eficiente que los sistemas de cloración por goteo tradicionales.

### **2.4.2. Hipótesis Especificas**

1. El resultado que se obtiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable es que sus componentes tienen mayor vida útil que los sistemas de cloración por goteo tradicionales.

2. Un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable incide en el cumplimiento adecuado y sostenible de la dosificación de cloro.
3. Al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la calidad de agua se cumple con los parámetros de calidad de agua estipulados en la Norma OS.050.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de las variables**

#### **Variable (1): Sistema de cloración por goteo optimizado**

Es un proceso mediante el cual se logra la desinfección del agua potable, sus componentes son la dosificación y cloración en medianas cantidades, es decir, en chorros o gotas, que es vertida directamente en el reservorio. Cuyo fin es lograr que el agua quede desinfectado, asegurándose que haya la presencia del cloro residual (Cooperación Alemana, implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017).

#### **Variable (2): Sistemas de agua potable de poblaciones rurales**

“Es un sistema cuya fuente de abastecimiento pueden ser manantiales o galerías filtrantes. Este sistema se utiliza cuando el agua proveniente de estas fuentes es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario, únicamente desinfección. La fuente de agua está ubicada en una altura mayor respecto a la ubicación de la comunidad, con lo cual se logra que el agua captada se transporte a través de tuberías, por la acción de la gravedad. Sus componentes son: Captación, Línea de conducción, Reservorio, Línea de aducción y red de distribución y Conexiones domiciliarias” (Programa nacional de Saneamiento Rural, 2010, P.9).

## 2.5.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Variable (1):</b> Sistema de cloración por goteo optimizado	Sistema de cloración por goteo que combina el método del clorador por goteo con flotador, y un gotero de carga auto compensante, el cual es sostenible y cumple con las normas de calidad en la materia.	Sistema de cloración por goteo optimizado cuya eficiencia es medida por la vida útil de sus componentes, la dosificación de cloro adecuada y la calidad de agua que se obtiene de ella.	Volumen de almacenamiento	Capacidad del tanque (m <sup>3</sup> )
			Sistema de cloración	Dosificador (L/seg)
				Flotador (und)
				Manguera (und)
<b>Variable (2):</b> Sistemas de agua potable de poblaciones rurales	Un sistema de agua potable, o de abastecimiento de agua, es un conjunto de actividades u obras que son indispensables para el tratamiento, conducción, captación, almacenamiento y distribución del agua, ya sea desde una fuente natural, como son las subterráneas, así como las superficiales con alcance a los domicilios, en la presente a las viviendas de los poblaciones rurales	Un sistema de agua potable de poblaciones rurales tiene como objetivo filtrar el agua para el consumo de los seres humanos, y al estar ubicado en zonas rurales, no suele ser tan especializado como en zonas urbanas.	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>
			Vida útil	Años (a)
			Dosificación de cloro	Cantidad (ml)
				Tiempo (t)
Calidad del agua	Bacterias (µm)			

	(menos de 2000 habitantes).			
--	-----------------------------	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de Investigación**

##### **Método general**

El método general utilizado fue el científico, ya que trata sobre resolver o esclarecer problemas reales bajo procedimientos especiales de la ciencia para buscar explicarlos de la mejor manera o aproximadamente.

En necesario acotar que “el proceder de los científicos se basa en determinar un problema de carácter científico, el cual es planteado de manera clara y precisa. Luego destacar los factores más importantes del problema. Describir cómo se presenta el problema en la realidad. Se plantea la posible solución al problema, con claridad, precisión, consistencia, coherencia con la realidad. Mediante técnicas e instrumentos adecuados se someten a prueba las hipótesis de investigación. Se interpretan los resultados de los datos encontrados. Desarrollo de leyes o teorías científicas derivadas de la investigación. El método científico es el modo cómo actúa la comunidad científica para desarrollar saberes científicos, sea para confirmar, rechazar, aumentar o ampliar los saberes existentes”. (Tacillo, 2016, p.33).

La presente investigación empleó el método científico, puesto que ha partido de la observación de un problema del cual se planteó ciertas hipótesis, las cuales fueron contrastadas y analizadas, para finalmente establecer conclusiones de las mismas.

### **Método específico**

El método específico empleado fue el comparativo, puesto que, “la comparación pone en correspondencia unas realidades con otras para ver sus semejanzas y diferencias, está estrechamente relacionada con la clasificación” (Baena, 2017, p. 40). En ese sentido, la presente investigación buscó realizar una comparación entre el sistema de cloración por goteo tradicional y una optimizada, con el fin de conocer la eficiencia de la última, teniendo en cuenta la calidad de agua, la adecuada dosificación de cloro y la vida útil de los componentes.

## **3.2. Tipo de Investigación**

### **Investigación aplicada**

Se caracteriza por “la aplicación de las teorías y leyes científicas probadas, para explicar y solucionar problemas de la realidad. Son importantes para solucionar problemas prácticos como en la medicina, la psicología, la química, biología u otras disciplinas de la ciencia. Este tipo de investigación permite someter a confirmación las teorías, también permiten someter a la práctica nuevos problemas que necesitan solución y de esta manera llegar a explicaciones teórica, lo cual fortalece la teoría” (Tacillo, 2016, p.88).

El presente estudio utilizó el tipo aplicado, puesto que ejecuta las teorías acerca de una adecuada dosificación de cloro para la purificación del agua, a fin de habilitarla para el consumo humano, por medio de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizada.

## **3.3. Nivel de Investigación**

### **Nivel descriptivo.**

El nivel fue descriptivo, ya que consiste en “la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo, grupo, o cosa, con la intención de establecer sus modalidades, cualidades, acciones o actuaciones. Estos estudios son de término medio en la ubicación de la pirámide o nivel. Son estudios de medición de la variable de estudio: Consiste en observar y cuantificar la modificación de una o más características en un grupo, sin establecer relaciones. Así cada variable es analizada de acuerdo a los datos o informaciones, de manera independiente o libre. En este tipo de estudio se encuentran las variables, pero no necesariamente se plantean hipótesis”. (Tacillo, 2016, p.88).

### **3.4. Diseño de la investigación**

#### **Diseño transeccional descriptivo**

El diseño fue transeccional descriptivo, ya que tuvo como objetivo la indagación de la incidencia de los niveles o las modalidades, de las variables en torno a la población. De ahí que el procedimiento, es primero ubicar a un grupo de personas, objetos, situaciones, comunidades, seres vivos y contextos. Por lo tanto, corresponde a estudios eminentemente descriptivos, y si se llegan a contemplar hipótesis deben ser descriptivas (Hernández, 2014).

El diseño de la investigación fue la siguiente manera:



Donde  $M_1$  representa el sistema de cloración optimizado,  $M_2$  representa a los sistemas de agua potable en poblaciones rurales. Mientras que  $O_1$  y  $O_2$  representa a las observaciones recolectadas en cada una de dichas muestras.

### **3.5. Población y Muestra**

### 3.5.1. Población

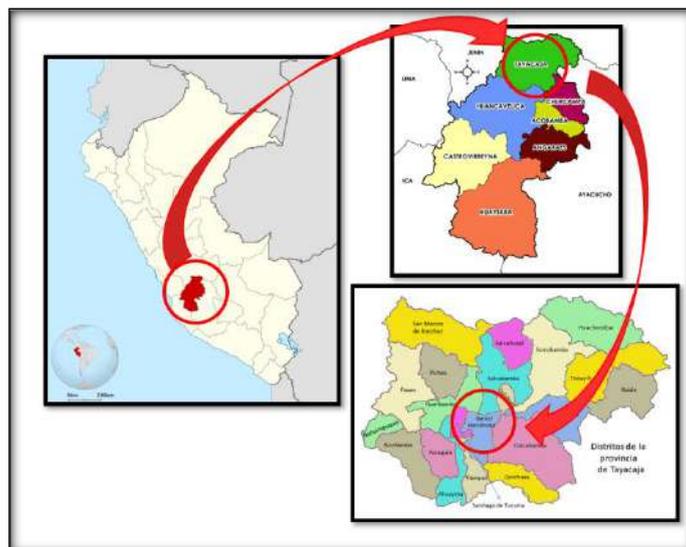
La población que formó parte del estudio fueron los centros poblados del Distrito de Daniel Hernández de la provincia de Tayacaja, Región Huancavelica donde se evaluó y monitoreó el cloro residual, con diferentes sistemas de agua potable. Este trabajo fue realizado con los 2 sistemas de agua potable encontrados en el centro poblado mencionado. De ese modo, se pudo obtener una base de datos y relevante información, con respecto al funcionamiento de los sistemas de cloración, anteriormente habilitados en el presente distrito.

### 3.5.2. Muestra

La muestra fue del tipo no probabilístico o dirigida, debido a que esta fue elegida por conveniencia del investigador por factores como el fácil acceso y permiso otorgado por el presidente comunal. Es así que la muestra fue extraída de manera puntual, con respecto a la cantidad del cloro, y estado del sistema de cloración, específicamente en el Centro Poblado de La Colpa, lugar donde se ha implementado un sistema de cloración por goteo optimizado. Está ubicado a 3325 m.s.n.m. Está situado en las siguientes coordenadas UTM: Zona 18L a 518539E Y 8636425N.

**Figura 13**

**Ubicación del distrito de Daniel Hernández**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Reporte de control de cloro residual**

Es una ficha, elaborada por el Programa Nacional de Saneamiento Rural, esta ficha deberá realizarse articuladamente entre: el investigador, jefe del establecimiento de salud, personal técnico en salud ambiental del centro de salud, responsable del área técnica municipal e integrantes de la JASS (junta administradora de servicios de saneamiento).

#### **Revisión bibliográfica**

Consistió en realizar consultas en libros, tesis, revistas, guías metodológicas, decretos supremos, artículos científicos. de manera impresa y virtual, de modo que se obtuvo mayor información, para el desarrollo de la presente investigación.

#### **Pruebas**

Para poder garantizar una cloración eficaz, se debió conocer el estado situacional del agua que se va a tratar en el reservorio; es por ello que se realizó la caracterización de las fuentes de agua del sistema de abastecimiento de agua potable. Los resultados se interpretaron desde un punto de vista biológico y químico, para poder conocer la calidad del agua en el sistema investigada. Para esta prueba se consideraron los siguientes parámetros:

- **Bacteriológicos:** Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Organismos de vida libre,, Coliformes Totales, Bacterias Heterotróficas.

- **Parasitológico:** Quistes y protozoarios patógenos, huevos y larvas de Helmintos.
- **Organoléptico:** Color, Sodio, Cobre, Turbiedad, pH, Cloruros, Conductividad, Zinc, Sólidos totales disueltos, Sulfatos, Aluminio, Dureza total, Hierro, Manganeso.
- **Parámetros inorgánicos:** Mercurio, Níquel, Antimonio, Arsénico, Cianuro, Uranio, Bario, Boro, Plomo, Flúor, Cromo, Cadmio, Nitratos, Cloro, Nitrato, Selenio, Molibdeno.

**Tabla 2**

**CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO  
CUADERNO DE MONITOREO DE CLORO RESIDUAL**

Localidad \_\_\_\_\_ Población Total: \_\_\_\_\_ N\* total de viviendas \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_ N° de Conexiones \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_ Tipo de sistema de cloración: \_\_\_\_\_

N*	Fecha	Sistema Funcionando		CLORO RESIDUAL POR PUNTO DE MUESTRA				Nombre del usuario	Dirección	Continuidad Hrs/día	Firma y DNI del usuario
		SI	NO	Reser.	1ª Conex.	2ª parte media	3ª ultima conex.				
1											
2											
3											
4											
*											
6											
1											

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El procedimiento para la presente investigación fue de la siguiente manera:

- Para analizar la correcta dosificación de cloro residual en la red de sistema de agua potable, se tomaron tres puntos referenciales, a lo largo del sistema de agua potable seleccionado, al inicio de la red de distribución, a la mitad de la red de distribución, y la última vivienda ubicada en la red de distribución.
- Para realizar el análisis de cloro residual en el agua potable a administrar, se utilizó un medidor de cloro de procedencia alemana Hanna, modelo HI96701, y reactivos DPD, para poder determinar la cantidad exacta de cloro residual en la solución a evaluar.
- Los datos obtenidos, se rellenaron en un formato de reporte de control de cloro residual, proporcionados por el Ministerio De Vivienda Construcción y Saneamiento.

Se analizó desde una perspectiva descriptiva, comparativa. Teniendo en cuenta todas las semanas programadas, para desarrollar el trabajo de campo, se creará cuadros comparativos y estadísticos, con respecto a otros sistemas de cloración convencionales. Para así poder comparar y analizar los resultados de las mejoras de dotación esperadas en el trabajo de campo.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Generalidades**

El presente estudio fue realizado en el Centro Poblado de La Colpa, el cual pertenece al distrito de Daniel Hernández, provincia de Tayacaja, de la región Huancavelica. Esta zona se encuentra ubicada a 3325 m.s.n.m. y localizada en las coordenadas UTM: Zona 18L a 518539E Y 8636425N. Asimismo, el espacio temporal bajo el cual fue desarrollado se dio desde el mes de julio al mes de noviembre del año 2021.

Se eligió esta ubicación, en particular, debido a que los niveles de pobreza en la región de Huancavelica son bastante altos, y esto se asocia con los servicios básicos que se encuentran dentro de una zona, siendo el principal de ellos, la red de distribución de agua potable. Sin embargo, durante la investigación, se halló que no se tenían sistemas de agua potable eficientes, puesto que no desempeñaban su función purificadora adecuadamente, de modo que, el agua no cumplía con los estándares mínimos para el consumo humano, y aún así se distribuía para esa función.

Todo ello, fue registrado detalladamente; de manera que se obtuvieron tres principales factores que incidían en el declive de los sistemas de agua potable: la

vida útil de los componentes, la dosificación de cloro y la calidad de agua. Por esta razón, se realizó un estudio profundo acerca de cada uno de estos, con el fin de implementar un mejor sistema de cloración por goteo optimizado, que permita una mayor duración de la vida útil de los componentes, contenga una correcta dosificación de cloro y asegure una calidad de agua acorde a los estándares establecidos por la OMS.

#### **4.2. Descripción del diseño tecnológico**

El diseño tecnológico propuesto para la implementación del proyecto es el sistema de cloración por goteo optimizado, el cual tiene las características de satisfacer los objetivos planteados en la investigación.

Este sistema permitirá desinfectar el sistema de agua potable a través de la dosificación permanente de un compuesto clorado en pequeñas dosis (a través de gotas o de chorros) en la cámara de cloración o de forma directa en el reservorio de agua. La finalidad principal de este sistema es conseguir la desinfección del agua a niveles aptos para el consumo humano, asegurando la presencia necesaria de cloro residual establecida en las normas vigentes.

En primer lugar, la implementación de este diseño permitirá incrementar la vida útil de los componentes del sistema de agua potable de la población, dado que dichos componentes no se encontraban debidamente instalados, lo que impedía el correcto funcionamiento del sistema de dosificación de cloro. Después de la instalación del nuevo sistema se pudo observar que la vida útil de los componentes aumentó de manera considerable, corroborando la eficacia del nuevo sistema implementado (lo mencionado se describe con mayor amplitud en el apartado en el punto 4.4).

En segundo lugar, a través de este sistema se pudo establecer la cantidad adecuada de dosificación de cloro, tomando en cuenta los caudales, concentraciones de agua deseada y el volumen contenido en el tanque de agua (lo mencionado se describe con mayor amplitud en el apartado en el punto 4.5).

Por último, los resultados de la implementación de este sistema indican que la calidad del agua ha podido aumentar y que actualmente se encuentran en rangos más adecuados para su consumo (lo mencionado se describe con mayor amplitud en el apartado en el punto 4.6).

### **4.3. Presentación de resultados**

La investigación ha sido realizada tomando como línea base la medida del cloro residual de tres puntos estratégicos, siendo estas tres viviendas, localizados en el distrito de Daniel Hernández, a fin de conocer la eficiencia del proceso de clorificación; además de realizar pruebas de laboratorio enfocadas en hallar bacterias y microorganismos, o algún elemento dañino para la salud. Al evaluar todo ello, se obtuvo que el nivel de cloro residual que llegaba a ser la adecuada y perdía constancia con el transcurso de los días.

Posteriormente, se analizó la principal causa de que el cloro se haya disipado con rapidez, la cual era que el sistema de implementación que se usaba tradicionalmente, no era el idóneo, lo que ocasionaba el rápido deterioro de los componentes.

Finalmente, se analizó los resultados, luego de implementar el nuevo sistema de cloración por goteo optimizado, donde se evaluó la vida útil de sus componentes y la eficiencia en base a una adecuada dosificación de cloro y la transparencia como la mejora de la calidad del agua. Todo ello se detalla a continuación, realizando una comparación entre el antes y el después de la implementación del nuevo

sistema, donde se contrastó la hipótesis general, obteniéndose que el nuevo sistema resulta ser mucho más eficiente que el anterior.

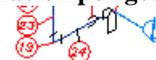
#### 4.4. Resultados del objetivo específico uno: Vida útil de los componentes

Con el fin de analizar acerca de los componentes utilizados para el sistema de cloración, se realizó un inventariado de los más importantes y un análisis de su tiempo de vida útil, lo cual se puede visualizar en la Figura 14, mostrada a continuación:

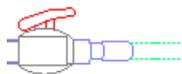
**Figura 14**

**Lista de los componentes que se incluyen en el sistema de cloración por goteo**

ESQ. ISOMETRICO DE TUB.



N°	MATERIALES DOSADOR POR GOTEO	UNID	CANT
1	Tanque de 600 L con accesorios	und	01
2	Flotador de PVC de 3/4" (ver materiales en Plano 01)	und.	01
3	Manguera transparente flexible de 1.5 m (Diámetro Ext 8 mm, Int. 4 mm)	und	01
ACCESORIOS			
INGRESO DE AGUA AL TANQUE DOSADOR			
1	Reducción de PVC de 1 1/2" a 3/4"	und	01
2	Adaptador de PVC de 3/4"	und.	06
3	Unión universal de PVC de 3/4" c/ rosca	und	01
4	Filtro (viene incluido con el tanque)	und	01
5	Codo de PVC x 90° de 3/4"	und.	02
6	Válvula esférica de PVC de 3/4" c/ rosca	und	01
7	Tee de PVC de 3/4"	und.	01
8	Reducción de PVC de 3/4" a 1/2"	und	01
9	Caños de PVC de 1/2" c/ rosc	und	01
10	Unión mixta de PVC de 1/2"	und.	01
SALIDA DEL TANQUE DOSADOR (DE SOLUCIÓN MADRE)			
AC	Accesorio de tanque	und.	01
11	Niple de PVC de 1/2" x 2" roscado	und	01
12	Unión universal de PVC de 1/2" c/ rosca - ver detalle placa - manguera	und	01
13	Adaptador de PVC de 1/2"	und.	03
14	Tee de PVC de 1/2"	und	01
15	Válvula esférica de PVC de 1/2" c/ rosca	und	01
16	Codo de PVC x 90° de 1/2"	und.	02
17	Unión mixta de PVC de 1/2"	und	01
18	Caños de PVC de 1/2" c/ rosc	und	01
DISPOSITIVO DE DESCARGA DE CLORO EN EL RESERVORIO			
19	Codo de PVC x 90° de 1/2"	und	02
20	Tubo de PVC de 1/2" x 10cm.	und.	01
21	Adaptador de PVC de 1/2"	und	03
22	Unión universal de PVC de 1/2" c/ rosca	und	01
23	Tubo de PVC de 1/2" x 4cm	und	01
24	Tubo de PVC de 1/2" x 8cm	und	03
25	Válvula de seguridad de PVC de 1/2" c/ boya flotadora (inc c/tanque)	und	01
SALIDA PARA LIMPIEZA			
26	Válvula esférica de PVC de 3/4" c/ rosca	und	01
27	Adaptador de PVC de 3/4"	und.	03
28	Unión universal de PVC de 3/4" c/ rosca	und	01
29	Tubo de PVC de 1/2" transparente - Visar	und	01



**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:**

La Figura 14 evidencia la lista de materiales que se emplean en el sistema de cloración por goteo, de los cuales los más importantes fueron el tanque de 600 L con accesorios, la manguera transparente flexible de 1.5 m. 4 mm y gotero auto compensante, el filtro para partículas suspendidas y el flotador de PVC de 3/4". De modo que, estos fueron los accesorios analizados para cumplir con el primer objetivo específico.

A continuación, se muestra la Tabla 3 donde se puede observar los componentes más relevantes, además de su tiempo de vida útil.

**Tabla 3**

**Vida útil de los componentes más relevantes**

<b>ACCESORIO</b>	<b>TIEMPO DE DURACIÓN, (ANTES DE SU INTERVENCIÓN)</b>	<b>TIEMPO DE DURACIÓN, (DESPUÉS DE SU INTERVENCIÓN)</b>
Tanque de 600 L con accesorios.	20 SEMANAS	240 SEMANAS
Manguera transparente flexible de 1.5 m. 4 mm y gotero auto compensante	6 SEMANAS	96 SEMANAS
Filtro para partículas suspendidas	6 SEMANAS	96 SEMANAS
Flotador de PVC de 3/4	LOS SISTEMAS ANTERIORES, NO CUENTAN CON FLOTADOR DE PVC	240 SEMANAS

**Fuente:** Elaboración propia.

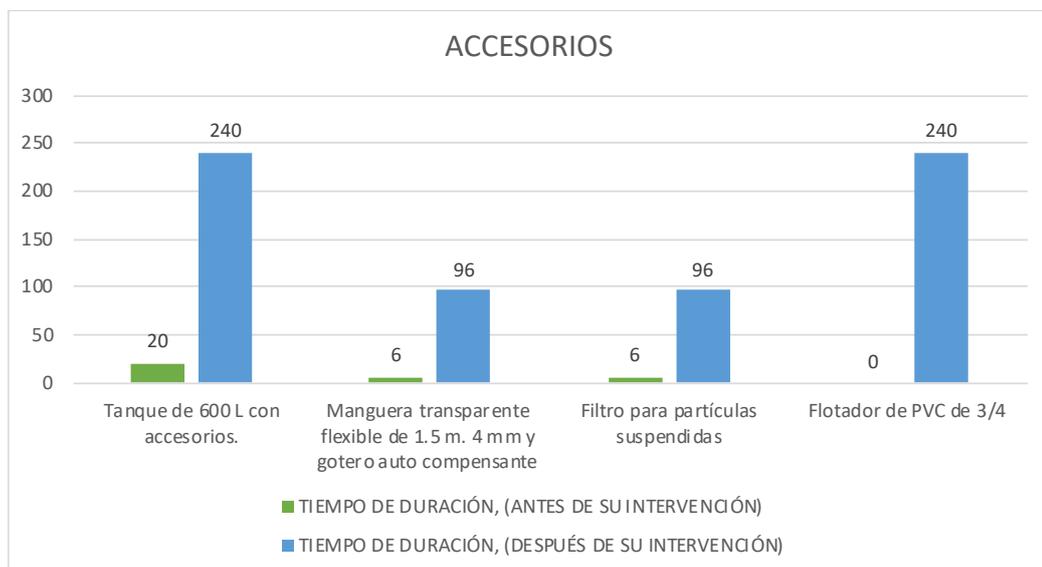
### Interpretación:

En la tabla 3, se puede observar que los accesorios más relevantes no tenían una duración idónea, sino que era demasiado corta como para mantener el sistema de cloración de manera sostenible. Cuando se aplicó el nuevo sistema, se puede observar que la vida útil incrementó considerablemente, de modo que ello puede corroborar la eficiencia del nuevo sistema por medio de una mayor duración de accesorios, que, a su vez, implica una reducción de costos necesaria.

Por otra parte, se tiene a la Figura 15 donde se visualiza un gráfico comparativo acerca de la vida útil de los componentes más relevantes, teniendo:

**Figura 15**

#### Vida útil de los componentes más relevantes



**Fuente:** Elaboración propia.

### Interpretación:

En la figura 15, se observa con mayor claridad, lo expuesto anteriormente, de lo cual se resalta que en un inicio, el tanque con accesorios solo tenía una vida útil de

20 semanas, mientras que en el sistema optimizado de cloración, tiene una potencia de llegar. A las 240 semanas, evidenciando así una mayor eficiencia por parte del nuevo sistema. Por otro lado, también se pudo observar que, para los demás componentes, también existe una mejoría considerable, al haberse incrementado en el número de semanas de vida útil.

#### 4.5. Resultado del objetivo específico dos: Dosificación de cloro

Para poder hallar la correcta dosificación de cloro, se utilizó dos fórmulas que tomaban en cuenta diversas medidas como los caudales, concentraciones y el volumen del tanque que contiene el agua. De este modo, es menester mencionar que la aplicación de estas fórmulas se cumple, a partir de la instalación del sistema, antes de ello, se supone que el coeficiente deseado de cloro es 0, si se asume  $c_1$  como 0. todos los datos resultan igual a cero.

*Fórmula 1:*

$$Q_1 * C_1 = q_2 * c_2 + c_3 * q_3$$

Donde:

$Q_1$ = Caudal de salida del reservorio litros/segundo (l/s)

$C_1$ = Concentración deseada miligramos/litro (mg/l)

$q_2$ = Caudal de goteo mililitros/minutos (mL/min)

$c_2$ = Concentración de la solución madre miligramos/litro (mg/l)

$Q_3$ = Caudal de ingreso al reservorio litros/segundo (l/s)

$C_3$ = Concentración de ingreso al reservorio miligramos/litro (mg/l) = 0

*Fórmula 2:*

$$P = \frac{C_{(mg/l)} * V_{(l)}}{10 * \%}$$

Donde:

$P$  = peso de hipoclorito de calcio en (gramos) a preparar

$C$  = *Concentración de la solución madre (mg/l)*

$V$  = *Volumen del tanque de solución madre-rotoplas (litros)*

$\%$  = porcentaje de cloro (65% -70%)

10 = *Factor de conversión de unidades para que el resultado sea expresado en gramos*

Reemplazando los valores con los datos reales obtenidos en el trabajo de campo se tuvo el siguiente resultado:

**Figura 16**

## Cálculo para el proceso de cloración

**CALCULO PARA EL PROCESO DE CLORACIÓN**

$Q_1$  = Caudal de salida del reservorio litros/segundo (l/s)  
 $C_1$  = Concentración deseada miligramos/litro (mg/l)  
 $q_2$  = Caudal de goteo mililitros/minuto (mL/min)  
 $c_2$  = Concentración de la solución madre miligramos/litro (mg/l)  
 $Q_3$  = Caudal de ingreso al reservorio litros/segundo (l/s)  
 $C_3$  = Concentración de ingreso al reservorio miligramos/litro (mg/l) = 0

**BALANCE DE MASAS**

$$Q_1 + C_1 = q_2 * c_2 + c_3 * Q_3$$

$0.96 \text{ l/s} * 1.5 \text{ mg/l} = 0.000417 \text{ l/s} * c_2 + 0$

ecu...(1)

$Q_1 =$	0.9	l/s
$C_1 =$	1.5	mg/l
$q_2 =$	30	mL/min
$c_2 = ?$		mg/l
$V =$	600.00	l
$\% =$	70	
$c_2 =$	2700.00	mg/l

$P = \frac{C \text{ (mg/l)} * V \text{ (l)}}{10 * \%}$

$P = \frac{2700 \text{ (mg/l)} * 750 \text{ (l)}}{10 * 70}$

ecu...(2)

$P =$  2314.29 gramos

$c_2 =$  2700.00 mg/l  
 $V =$  600.0 l  
 $\% =$  70

$P =$  2314.29 gramos

$P$  = peso de hipoclorito de calcio en (gramos) a preparar  
 $C$  = Concentración de la solución madre (mg/l)  
 $V$  = Volumen del tanque de solución madre – rotoplas (litros)  
 $\%$  = porcentaje de cloro (65% -70%)  
 10 = Factor de conversión de unidades para que el resultado sea expresado en gramos

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

En la Figura 16 se observa que, luego de aplicar las fórmulas correspondientes de manera secuencial (una después de la otra), se halló que la cantidad de solución madre a utilizar debe ser de 2700 mg/l. Además, se obtuvo que el peso de hipoclorito de calcio, uno de los compuestos principales del compuesto para la cloración, debe ser de 2314,29 g, o su equivalente 2,3 kg.

Estas medidas debían ser utilizadas para garantizar que el agua sea purificada adecuadamente y sin generar perjuicios sobre los componentes que forman parte del sistema de cloración por goteo.

#### 4.6. Resultado del objetivo específico tres: Calidad del agua

La calidad del agua fue medida a través de la cantidad de cloro residual que se encuentra con el transcurrir de los días. Para ese fin, aquello fue medido en dos momentos: uno antes de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo, y el otro después. Se obtuvieron las medidas de ambos con el fin de conocer la diferencia y determinar así la eficiencia del nuevo sistema.

Para una adecuada obtención de resultados, la medición fue realizada en tres viviendas que fueron escogidas estratégicamente, estando ellas ubicadas en donde inicia el sistema, otra en el punto medio y una localizada al final, siendo la última vivienda que recibe el proceso de cloración.

Todo ello se sintetiza en la tabla 4 mostrada a continuación:

**Tabla 4**

**Cantidad de cloro residual en mg/L hallado antes de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo**

**Fuente:** Elaboración propia.

<b>DÍAS DE DOSIFICACIÓN</b>	<b>PRIMERA VIVIENDA (INICIAL)</b>	<b>SEGUNDA VIVIENDA (INTERMEDIA)</b>	<b>TERCERA VIVIENDA (FINAL)</b>
0 a 4 días	1.82 mg/L	1.64 mg/L	1.43 mg/L
4 a 7 días	0.42 mg/L	0.26 mg/L	0.18 mg/L
7 a 14 días	0.08 mg/L	0.00 mg/L	00 mg/L

**Interpretación:**

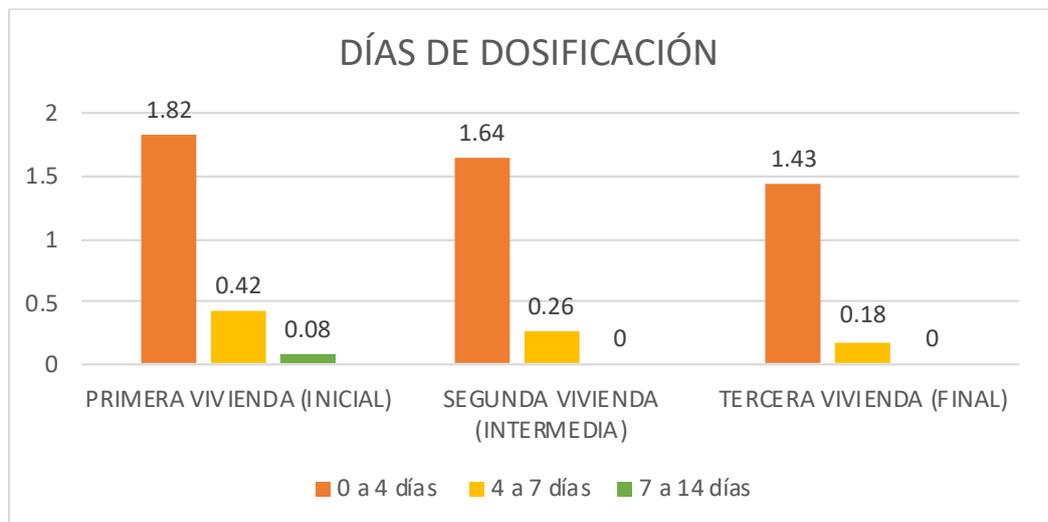
La tabla 4 evidencia la cantidad de cloro residual hallado en las tres viviendas que formaron parte del estudio. De ella, se puede resaltar que mientras dure el transcurso del tiempo, el cloro va disminuyendo rápidamente, con lo que

finalmente, a los 7 días, no llega absolutamente nada de cloro a la segunda ni a la tercera vivienda, lo que, a su vez, resulta preocupante puesto que el cloro es el compuesto principal para purificar el agua, y el no contar con agua potable puede generar diversos perjuicios que comprometan la salud de las personas o pobladores que habitan esa zona rural.

En la Figura 17, se puede observar un gráfico comparativo acerca de la cantidad de cloro residual que se halló antes de implementar el nuevo sistema de cloración por goteo, de modo que fueron los datos primigenios.

**Figura 17**

**Cantidad de cloro residual en mg/L hallado antes de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 17, se observa con mayor claridad la diferencia de la cantidad de cloro residual (mg/l) en cada vivienda en el transcurso de los días con el antiguo sistema. De la cual se puede ver claramente cómo disminuye abismalmente entre los

primeros cuatro días y los 3 posteriores, hasta finalmente llegar a no tener nada de cloro residual en la segunda semana.

Con este resultado se puede afirmar que la calidad del agua era bajísima, por factores como que solo en los primeros días existía una adecuada dosificación de cloro, mientras que se prolongue el tiempo, irá disminuyendo la cantidad hasta el punto de quedar en cero. Otro punto importante es que los componentes del sistema se iban desgastando poco a poco, lo que reducía su vida útil de manera considerable. Sumado todo ello, ocasiona que no se tenga agua potable en las viviendas más alejadas del sistema.

Después del estudio inicial realizado para tener una línea base, se procedió con la implementación del sistema de cloración por goteo, y luego de que esté correcta y completamente instalado, se procedió a medir su eficiencia y con ello se logró la mejora de la calidad del agua.

A continuación, se muestra la tabla 5 donde se observan los resultados luego de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo.

**Tabla 5**

**Cantidad de cloro residual en mg/L hallado después de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo**

<b>DÍAS DE DOSIFICACIÓN</b>	<b>PRIMERA VIVIENDA (INICIAL)</b>	<b>SEGUNDA VIVIENDA (INTERMEDIA)</b>	<b>TERCERA VIVIENDA (FINAL)</b>
0 a 4 días	1.62 mg/L	1.42 mg/L	1.38 mg/L
4 a 7 días	1.56 mg/L	1.41 mg/L	1.22 mg/L
7 a 14 días	1.33 mg/L	1.1 mg/L	0.8 mg/L

**Fuente:** Elaboración propia.

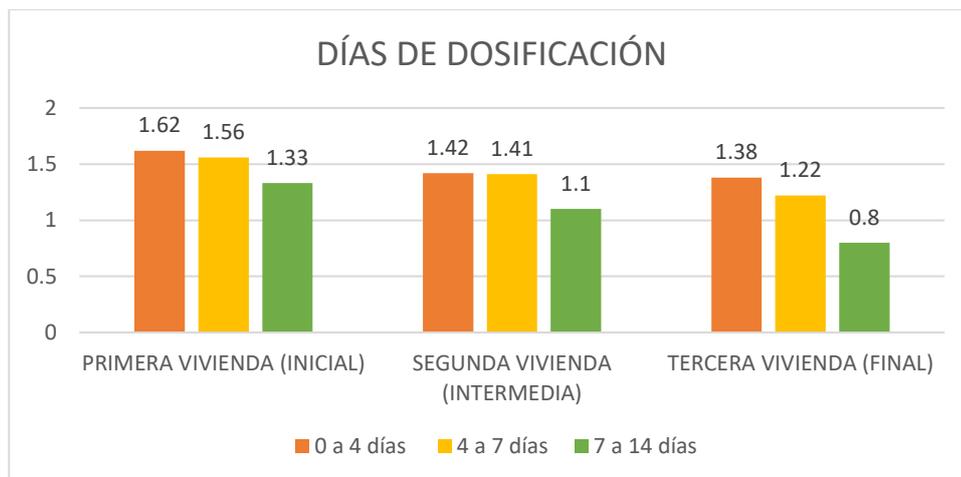
**Interpretación:**

Se puede apreciar que en el tabla número 5, que el nuevo sistema de cloración por goteo resulta ser eficiente, por presentar niveles de cloro residual se mantienen constantes y no bajan de la dosificación adecuada (entre 1.5 y 0.5 mg/L), incluso en el día 14 en la tercera vivienda. Esto permite que la calidad de agua que llega hasta la tercera vivienda sea buena, incluso al pasar los días.

En la Figura 18, se puede observar un gráfico comparativo acerca de la cantidad de cloro residual que se halló luego de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo, de modo que fueron los resultados de la eficiencia.

**Figura 18**

**Cantidad de cloro residual en mg/L hallado después de la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **Interpretación:**

La figura 18 muestra la cantidad de cloro residual hallado (en mg/l) en cada vivienda en el transcurso de los días. De ella, se puede observar que la diferencia ha sido gradual y se ha mantenido de manera óptima a lo largo de los días, manteniendo un mínimo de 0,8 mg/l, el cual también se encuentra dentro del rango adecuado estandarizado.

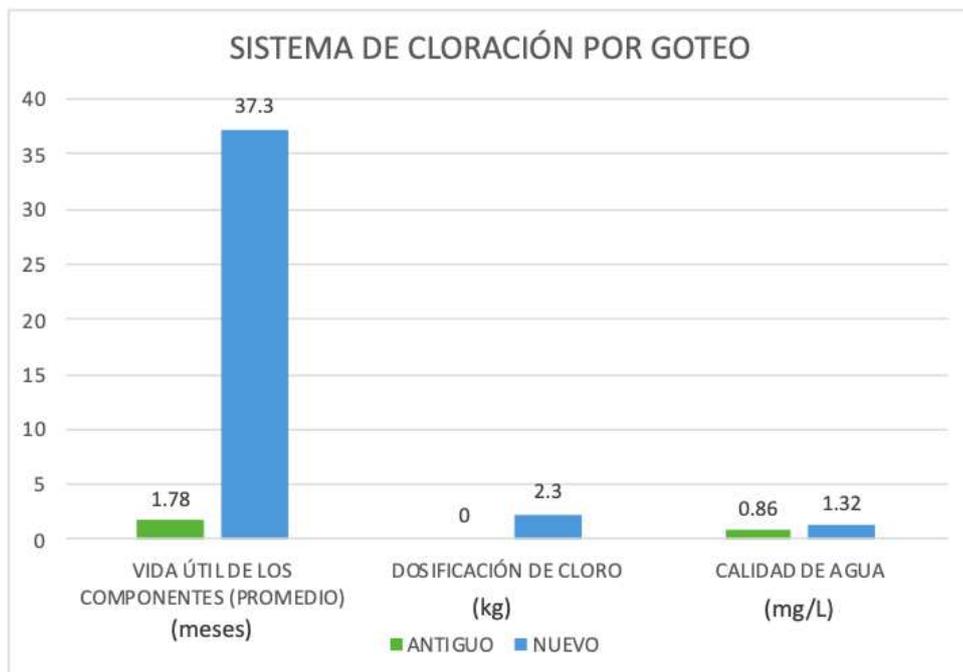
#### 4.7. Resultados del objetivo general

Finalmente, se obtuvo el resultado del objetivo general, a partir de los resultados por objetivos específicos, en el cual se puede afirmar que el sistema innovador de cloración por goteo optimizado es eficaz, porque la vida útil de sus componentes es más prolongada, la dosificación de cloro es adecuada y purifica el agua; de modo que así, cumple con la calidad de agua estandarizada por la norma.

A continuación, la Figura 19 muestra una comparación acerca de cómo era antes y cómo fue posterior a la implementación del nuevo sistema de cloración por goteo optimizado, a cada dimensión estudiada en la presente investigación.

**Figura 19**

**Diferencia entre el antiguo y el nuevo sistema de cloración por goteo**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **Interpretación:**

En la Figura 19, se puede observar que, en el sistema de cloración por goteo antiguo, se evidenciaba una vida útil de los componentes de tan solo 1,78 meses,

la dosificación de cloro era nula, la transparencia y calidad de agua, medida que se halló a través del cloro residual, que fue de 0,86 mg/L. Esto muestra una deficiencia en el sistema como tal, lo que generaba que el agua no sea purificada correctamente. Por otra parte, en cuanto al nuevo sistema optimizado, se encontró que la vida útil de los accesorios se incrementaba significativamente, por lo que la duración media es de 37,3 meses; asimismo se calculó una dosificación adecuada de cloro por medio de fórmulas, teniéndose así que debía emplearse 2,3 kg; finalmente, esto repercutió en la calidad del agua, ya que el cloro residual hallado en promedio fue de 1,32, luego de dos semanas.

Con lo obtenido, se puede afirmar que la calidad del agua ha mejorado de manera considerable, dado que los niveles de cloro residual se han elevado, manteniéndose en un rango adecuado, incluso luego de dos semanas de filtración. Asimismo, los componentes empleados influyeron en que este sistema sea tan eficiente, lo que también repercute positivamente en la calidad de agua. De este modo, cumpliendo con todo, se pudo cumplir adecuadamente con la Norma OS.050, que exige condiciones adecuadas para la distribución de agua para el consumo humano.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### **5.1. Discusión de resultados del objetivo específico uno: Vida útil de los componentes**

Se planteo como primer objetivo indicar el resultado que se obtiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la vida útil de los componentes. De acuerdo con Valerio (2019), quien tuvo como objetivo mejorar el sistema de saneamiento básico de una población ubicada en la provincia de Huaraz, encontró que los componentes de este sistema como las tuberías de PVC, los reservorios de agua y las válvulas de aire se encontraban en mal estado, causando problemas de contaminación del agua potable. La intervención en el sistema descrito pudo alargar la vida útil de los componentes, lo que se pudo contrastar con nuestra investigación, gracias al sistema de cloración por goteo optimizado se pudo prolongar el tiempo de vida útil de 20 hasta 240 semanas en componentes del sistema de agua potable como filtros para partículas suspendidas, flotadores de PVC y tanques de agua.

#### **5.2. Discusión de resultados del objetivo específico dos: Dosificación de cloro**

Se planteo como segundo objetivo específico determinar la incidencia de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la dosificación de cloro. Landeo (2018) encontró que la incidencia de emplear este sistema aumenta la eficiencia de la dosificación de cloro en zonas rurales, debido a que permiten que la dosificación se encuentre dentro del rango de 0,5 - 1 mg/l, el cual es el estándar establecido de acuerdo a la norma.

Sin embargo, los resultados de la investigación de Pérez y Ramos (2018) fueron diferentes, pues luego de diversas pruebas, determinaron que los niveles de cloro

residual en la zona donde implementaron el sistema de cloración por goteo, no se mantuvo en un rango óptimo con el transcurrir del tiempo, de modo que no se encontró un aumento de eficiencia significativa.

Por otra parte, se establecieron hipótesis específicas, que fueron contrastadas, por medio de la medición del cloro residual.

De este modo, los datos obtenidos de cloro residual en todas las medidas durante los diferentes días de monitoreo, se obtuvieron resultados óptimos, pues al hacer la comparación de los resultados con la condición ideal de cloro residual, se encontró dentro del rango óptimo.

La concentración de cloro residual, se mantuvo en el punto entre 0.76 – 0.97 mg/L; sin embargo en el punto 2 y 3, los valores se acercan a 0.5 mg/L, esto pudo deberse a que el cloro es una sustancia volátil y reacciona con la materia orgánica contenida en el agua y por eso tiende a disminuir, coincidiendo con Velásquez (2011), quien menciona que el cloro al combinarse inmediatamente con la materia orgánica, la cloración disminuye significativamente.

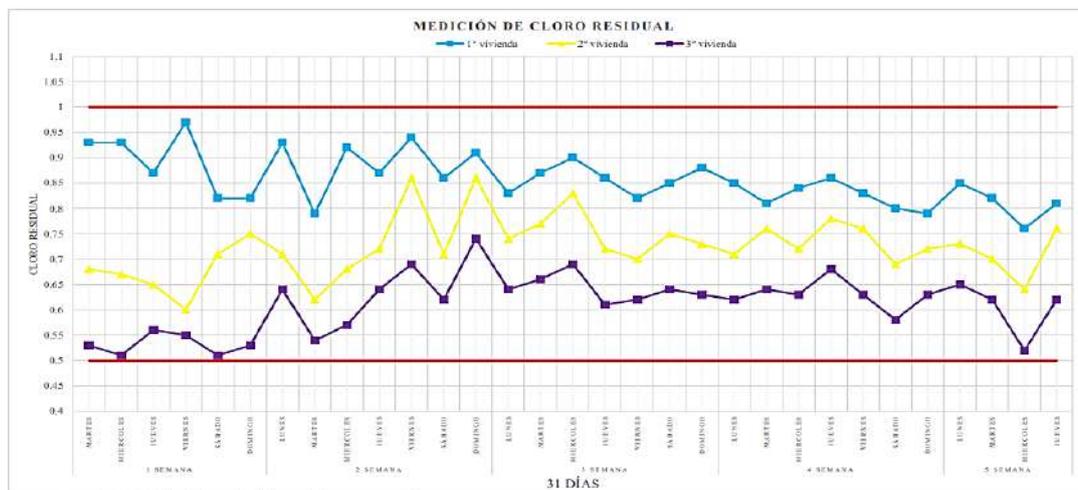
### **5.3. Discusión de resultados del objetivo específico tres: Calidad del agua**

Mediante el presente estudio, se demostró que la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado resultó ser bastante eficiente, además se mejoró considerablemente la calidad del agua, cumpliendo con los parámetros establecidos en la Norma OS.050.

Este resultado coincidió con lo obtenido por Jorge (2017), quien observó que el sistema de cloración por goteo resultó ser muy eficiente, dado que el 96% de las muestras analizadas cumplieron con los estándares requeridos por la Norma.

El agua de La Colpa, mostró turbiedad en un intervalo de 105 a 5 UNT, en vista de esos resultados, no fue difícil realizar la desinfección. Para Chauca y Orozco (2012), cuando existen turbiedades altas, es mucho más lenta la acción del cloro, porque los organismos como el E.Coli, se concentran en materias fecales, es decir, en partículas minerales y orgánicas. Por lo tanto, para un resultado satisfactorio el tiempo de contacto se debe aumentar.

**Figura 20**  
**Medición del cloro residual**



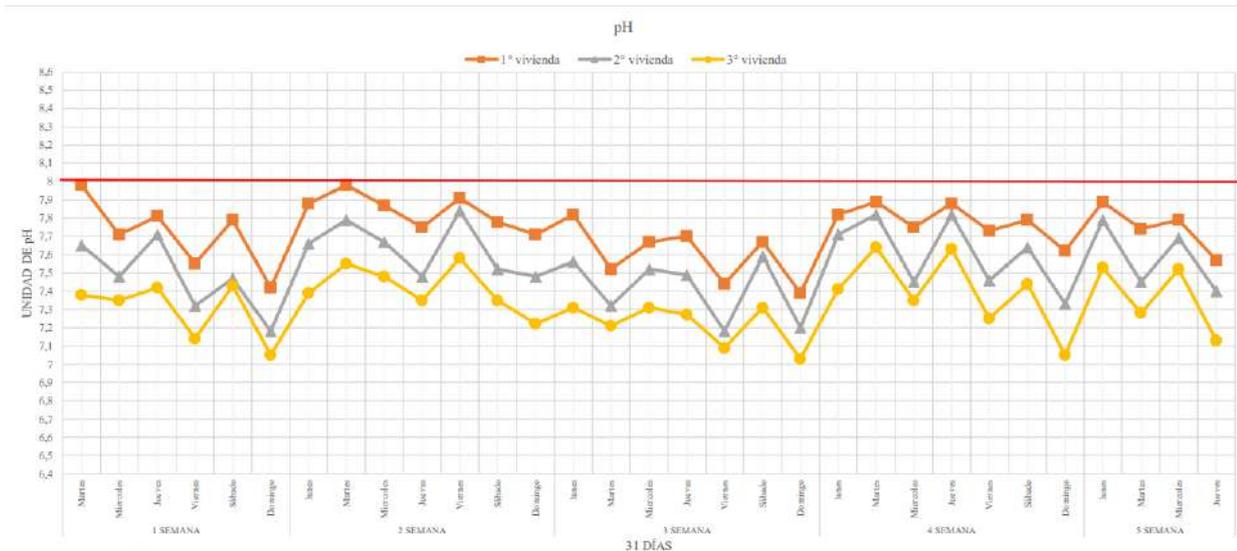
Fuente: Elaboración propia

Se pudo apreciar de la figura proyectada que las concentraciones se encontraron dentro de los límites del intervalo de rango 0.5 a 1.00. Ello demostró que la construcción del sistema de goteo es idóneo y eficiente, por lo que es acertado mencionar que uno de los objetivos que se planteó en la investigación, se ratifica. De acuerdo a lo señalado por el conocedor Rodríguez et al (1997), el cloro residual es fundamental, por lo tanto, debe conservarse en cantidades que sean necesarias y suficientes, de modo que se ajuste a la instalación, al tratamiento y al grifo, con el fin de garantizar dicho suministro. Asimismo se realizó un análisis estadístico para hacer la verificación de la diferencia entre los tratamientos, para ello se hizo uso

del cuadro de varianza de un factor y la comparación del intervalo de confianza y medias de los tratamientos.

**Figura 21**

**Niveles de pH**



Fuente: Elaboración propia

Es recomendado que el pH sea en el rango 6.5 – 8.5, según el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S. N°031-2010-SALUD). Cuando el pH es superior a 8, la demanda en cloro aumenta y se requiera una cantidad de cloro mayor para tratar el agua, volviendo la operación del sistema más cara. El pH es el que tiene mayor influencia sobre la actividad biocida del cloro en la solución. Un aumento en el pH disminuye sustancialmente la actividad biocida del cloro, y una disminución del pH aumenta esa actividad en la misma proporción. El pH determinado antes de la instalación del cloro es de 7.82, es un pH aceptable para realizar la cloración, cumpliendo con lo antes mencionado, la figura muestra los valores del pH, los puntos de muestreo, determinado que si está dentro de los rangos permitidos.

De acuerdo a la reglamentación del agua, aprobada mediante el Decreto supremo n°031-2010-SALUD, recomienda que el pH se encuentre en un rango de 6.5-8.5.

Precisa que cuando el pH sea mayor a 8, entonces se necesitará que haya mayor cantidad de cloro para tratar el agua, dado a que tiene gran influencia en la actividad biocida. Tanto así, que en casos que aumente el pH disminuirá dicha actividad y si disminuye el pH aumentará la actividad en una misma proporción.

Cuando el pH antes del tratamiento del cloro es de 7,82. es aceptable para emprender la cloración, tal y como se puede apreciar en la figura que se plasmó en este punto.

#### **5.4. Discusión de consecuencias y futuras proyecciones de la investigación**

Siguiendo la línea del objetivo principal de la investigación el cual fue determinar el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado dirigidos a los sistemas de reserva y distribución de agua potable en poblaciones rurales. Se puede indicar según la investigación de Jorge (2017), sobre la implementación de la misma, la posibilidad de la obtención de un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, demostrando que ese sistema resulta efectivo porque luego de la haber realizado la evaluación, resultó que el 96% de la muestra se encuentra en función a los requerimientos solicitados por la Norma, es decir, lo que tenga que ver con el cloro residual. Por su parte en la investigación de Landeo (2018), arribó que la metodología de goteo es muy favorecedora para la eficiencia del cloro residual, en las zonas aledañas y rurales, dado a que el rango que arrojó fue de 0.5 mg-1mg/l. Los resultados y conclusiones de las investigaciones mencionadas se contrastan con nuestra investigación, dado que hipótesis de la investigación indicaba que un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales resulta ser más eficiente que los sistemas de cloración por goteo tradicionales. Dando pie a la aplicación de este sistema de goteo optimizado en diferentes comunidades de

distritos aledaños o de diferentes regiones que puedan tener inconvenientes similares en sus sistemas de riego de agua potable.

## CONCLUSIONES

1. El procesamiento de los resultados nos permite concluir que se pudo lograr un tratamiento óptimo del proceso de cloración a lo largo de todo el ramal de agua perteneciente a la población de La Colpa. Esto se logró gracias a que la incidencia del sistema implementado permitió prolongar el tiempo de utilidad de los componentes del sistema de agua potable, además de que a través del sistema de cloración por goteo se pudo regular el pH y la turbidez del agua hasta niveles aptos para el consumo humano.
2. Los resultados de la investigación nos permiten concluir que es posible aceptar la hipótesis de la investigación, la cual planteaba que un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales resulta ser más eficiente que los sistemas de cloración por goteo tradicionales.
3. Los resultados más significativos de la investigación nos permiten concluir que gracias al sistema de cloración por goteo optimizado se pudo prolongar el tiempo de vida útil de 20 hasta 240 semanas en componentes del sistema de agua potable como filtros para partículas suspendidas, flotadores de PVC y tanques de agua. Del mismo modo, gracias al sistema implementado se pudo prolongar los días de dosificación de cloro residual en las viviendas de la población. Por último, se pudo encontrar una mejora en la calidad de agua, tomando en consideración indicadores como el pH y la turbidez del agua.
4. Se logró tener un eficiente tratamiento de cloración en todo el ramal de agua que consume La Colpa, debido a que se logró que este nuevo sistema emplee menos recursos y de forma óptima, lo cual permitió garantizar un suministro de agua microbiológicamente seguro.

5. Se prolongó el tiempo de vida útil de los componentes del sistema de agua potable, de 20 a 240 semanas, del mismo modo se determinó que el sistema es óptimo y eficiente en el tratamiento del agua potable para el consumo de la población de La Colpa.
6. Se determinó que el sistema de cloración por goteo propuesto realizó el adecuado tratamiento del agua mediante la dosificación de cloro, tomando en consideración el pH y la turbidez del agua, lo cual pudo ser corroborado con los análisis de laboratorio efectuados a las muestras, las cuales se encontraron dentro de los parámetros exigidos por la norma.
7. Se determinó que luego de implementar un sistema de cloración por goteo de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Norma OS.050, el resultado fue óptimo, pues el pH y la turbidez del agua se encontraron dentro de los rangos permitidos para el consumo humano.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda capacitar a los pobladores pertenecientes a la población de La Colpa en la realización del mantenimiento preventivo y correctivo del nuevo sistema implementado, a fin de que sean ellos los que puedan actuar frente algún inconveniente imprevisto y no dependan de algún tipo de personal capacitado para la realización de estas labores.
2. En cuanto a los métodos de investigación, es recomendable analizar diferentes parámetros que puedan tener relevancia en los ámbitos sociales y económicos. Así mismo, se recomienda ejecutar estudios en diferentes puntos de muestra de la población como reservorios o viviendas familiares, esto a fin de determinar si el nuevo sistema implementando beneficia al 100% a la población.
3. Se recomienda mantener en buenas condiciones el nuevo sistema de cloración por goteo, además de realizar una constante supervisión, ya que cuando el cloro residual disminuya, se debe agregar nuevamente la solución en la cantidad establecida en esta investigación.
4. Se recomienda realizar un constante mantenimiento a los componentes del nuevo sistema de cloración por goteo, a fin de que cuando su vida útil haya culminado, estos puedan ser reemplazados oportunamente, de modo que no afecten a la eficiencia del sistema.
5. Se recomienda mantener una dosificación adecuada de cloro (2700 mg/l), con el fin de asegurar un proceso de eliminación y/o inactivación de microorganismos que pueden ser patógenos para el ser humano ya que estos se encuentran normalmente en el agua.

6. Finalmente, se recomienda que, si en alguna temporada del año (época de lluvia) el agua de la fuente presenta turbiedad (mayor a 5 UNT), se debe detener la cloración hasta que la turbiedad desaparezca y regrese a la normal, para garantizar la calidad del agua clorada.
7. Al comprobarse las hipótesis de la investigación, la cual indicaba que un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales resulta ser más eficiente que los sistemas de cloración por goteo tradicionales. Se sugiere aplicar este sistema a otras comunidades de distritos aledaños que puedan sufrir este inconveniente con su sistema de agua potable.
8. Se recomienda la realización de futuras investigaciones que puedan tomar como punto de partida los resultados obtenidos en la presente investigación, y con ellos identificar otras posibles variables que puedan incrementar la eficacia de un sistema de cloración por goteo optimizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYUDA en Acción. La importancia del agua para el desarrollo de las regiones más deprimidas. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://ayudaenaccion.org/blog/sostenibilidad/importancia-del-agua/>

CAMPOVERDE, J. Análisis del efecto toxicológico que provoca el consumo humano de agua no potable, mediante la determinación de cloro libre residual en aguas tratadas de las parroquias rurales del Cantón Cuenca. Tesis (Magíster en Toxicología Industrial y Ambiental). Cuenca: Universidad Estatal de Cuenca, 2019. 108 pp. [fecha de consulta: 10 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21794/1/TESIS.pdf>

CÁRDENAS, D. y Patiño, F. (2010). Estudios y diseño definitivos del sistema de agua potable de la Comunidad de Tutucán, Cantón Paute, Provincia del Azuay. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cuenca: Universidad Estatal de Cuenca, 2010. 206 pp. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>

ENCISO, N. Seguimiento de la concentración de cloro residual en tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques residenciales en el municipio de Fortul departamento de Arauca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad de la Salle, 2019. 755 pp. [fecha de publicación: 2 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1539&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1539&context=ing_civil)

ESSAP. La importancia del agua potable. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2022].

Disponible en:

<https://www.essap.com.py/32217a53b4c76b11a4d967a6ff0dfc14/>

FUNDACIÓN Aqua. Datos interesantes de la distribución del agua en la Tierra. [fecha

de consulta: 13 de octubre de 2022]. Disponible en:

<https://www.fundacionaquae.org/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/>

GÁMIZ, J. Contribución al modelado e implementación de un control avanzado para un proceso de cloración de una estación de tratamiento de agua potable. Tesis

(Doctorado en Automática, Robótica y Visión). Barcelona: Universitat

Politécnica de Catalunya (UPC). 99 pp. [fecha de consulta: 13 de octubre de

2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/347907>

INSTITUTO mexicano de cemento. Tecnologías de concreto y su uso en pavimentos.

*Construcción y Tecnología en Concreto*. [en línea]. Febrero, 2017, 11(6), 17-18

[fecha de consulta: 12 de agosto de 2021]. ISBN: 0187-7895. Disponible en:

<https://issuu.com/imcyc/docs/febrero17>

INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. *Informe técnico Perú: Formas de*

*Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. [en línea]. Lima: INEI, 2020 [fecha de

consulta 13 de octubre de 2021]. Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_junio2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf)

JIMENEZ, J. *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado*

*sanitario*. [en línea]. Xalapa: Universidad Veracruzana, 2016 [fecha de consulta:

27 de agosto de 2021]. Disponible en:

<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

JORGE, M. Implementación de un Sistema de Cloración por Goteo para obtener un Sistema de Agua Potable Sostenible en la comunidad Ochongacocha, Palcamayo - Tarma 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2017. 180 pp. [fecha de consulta: 24 de agosto de 2021]. Disponible en:

[https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/809/T037\\_70652003\\_T.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/809/T037_70652003_T.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

LANDEO, A. Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. 132 pp. [fecha de consulta: 24 de agosto de 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1698>

NATIONAL Geographic. 11 datos interesantes sobre el agua. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2022]. Disponible en:

<https://www.nationalgeographic.es/photoaquae/2019/03/11-datos-interesantes-sobre-el-agua>

MINISTERIO de Salud. *Manual de Desinfección y Esterilización Hospitalaria* [en línea]. Lima: Ministerio de Salud, 2002 [fecha de consulta 7 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1444.pdf>

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. *Guías para la calidad del agua potable* [en línea]. 3era Edición. Suiza: OMS, 2006 [fecha de consulta: 5 de septiembre de 2021]. ISBN 9241546964. Disponible en:

[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/OMS%202006.%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20calidad%20dl%20agua%20potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OMS%202006.%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20calidad%20dl%20agua%20potable.pdf)

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Agua para consumo humano. [fecha de consulta 1 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/drinking-water>

PEREZ, R y RAMOS, G. Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica – 2018. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. 166 pp. [fecha de consulta: 24 de agosto de 2021]. Disponible en: [https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS\\_2018\\_ING.AMB. PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS_2018_ING.AMB. PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RIVEROS, N. Modelación computacional y validación en campo de los coeficientes de reacción del cloro en un sistema de abastecimiento de agua potable: caso de estudio Libano Tolima. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018. 65 pp. [fecha de consulta: 25 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22900/1/PRESENTACION%20PROYECTO%20DE%20GRADO\\_505711.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22900/1/PRESENTACION%20PROYECTO%20DE%20GRADO_505711.pdf)

R-CHEMICAL. Control de Calidad de Agua – Determinación de Cloro Residual con DPD. 2011. [fecha de consulta: 10 de agosto]. Disponible en: <http://www.r-chemical.com/control-de-calidad-de-agua-determinacion-de-cloro-residual-con-dpd/#article>

TCPAVEMENTS. *Documentación y Guía de Diseño Optipave2*. [en línea]. Chile: TcPavements, 2013 [fecha de consulta: 5 de septiembre de 2021]. Disponible en:

<https://docplayer.es/135170985-Documentacion-y-guia-de-diseno-optipave-2.html>

VALERIO; D. Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico de la población del Caserío Canray Grande, distrito de Olleros, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huaraz. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, 2019. pp. 86. [fecha de consulta: 19 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/22935>

WRIGHT, H y CAIRNS, W. Luz ultravioleta. *Trojan Technologies Inc.* [en línea]. S.f., 1 – 28 [fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021]. Disponible en: [http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/LUZ\\_ULTRAVIOLETA.pdf](http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/LUZ_ULTRAVIOLETA.pdf)

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Título del Proyecto: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEÓ OPTIMIZADO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE DE POBLACIONES RURALES

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGIA
<b>PROBLEMA GENERAL:</b>	<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL:</b>			<u>METODO DE LA INVESTIGACIÓN:</u> * GENERAL: Científico.
¿Cuál es el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales?	Determinar el resultado de la implementación de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales.	Un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable de poblaciones rurales resulta ser más eficiente que los sistemas de cloración por goteo tradicionales.	VARIABLE INDEPENDIENTE:	SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEÓ OPTIMIZADO	<u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u> * Aplicado. <u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</u> * Descriptivo. <u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</u> * Transeccional descriptivo comparativo.
<b>PROBLEMA ESPECIFICOS:</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICOS:</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS:</b>			<u>POBLACIÓN Y MUESTRA:</u> * POBLACIÓN: Sistemas de agua potable del distrito de Daniel Hernández - Tayacaja - Huancavelica * MUESTRA: Sistema de cloración de agua potable del cetro poblado de La Colpa, del distrito de Daniel Hernández.
¿Qué resultado se obtiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la vida útil de los componentes?	Indicar el resultado que se obtiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la vida útil de los componentes.	El resultado que se obtiene al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable es que sus componentes tienen mayor vida útil que los sistemas de cloración por goteo tradicionales.	DIMENSIONES:	Volumen de almacenamiento Sistema de cloración	<u>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</u> TÉCNICAS: * Observación. INSTRUMENTOS: * Ficha de observación de monitoreo de cloro residual
¿Cómo incide un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la dosificación de cloro?	Determinar la incidencia de un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la dosificación de cloro.	Un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable incide en el cumplimiento adecuado y sostenible de la dosificación de cloro.	VARIABLE DEPENDIENTE:	SISTEMAS DE AGUA POTABLE DE POBLACIONES RURALES	
¿Qué resulta al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la calidad de agua?	Determinar el resultado de implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la calidad de agua.	Al implementar un sistema de cloración por goteo optimizado para sistemas de agua potable en la calidad de agua se cumple con los parámetros de calidad de agua estipulados en la Norma OS.050.	DIMENSIONES:	Vida útil Dosificación de cloro Calidad del agua	

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>UND.</b>	<b>ESCALA</b>
SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO OPTIMIZADO	Sistema de cloración por goteo que combina el método del clorador por goteo con flotador, y un gotero de carga auto compensante, el cual es sostenible y cumple con las normas de calidad en la materia.	Volumen de almacenamiento	-Capacidad del tanque (m3)	m3	Razón
		Sistema de cloración	-Dosificador (und) -Flotador (und) -Manguera (und)	und und und	Razón
SISTEMAS DE AGUA POTABLE DE POBLACIONES RURALES	Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema, en este caso para poblaciones rurales (menos de 2000	Vida útil	Tiempo	Años	Razón
		Dosificación de cloro	Cantidad	ppm	Razón
			Tiempo	días	Razón
Calidad del agua	Bacterias	ppm	Razón		

### ANEXO 3: FORMATOS

#### **REGISTRO DE CONTROL DE PARAMETROS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>DISTRITO:</b>	<b>PROVINCIA:</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b>
<b>TIPO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE:</b> Gravedad sin tratamiento SGST ( ), Gravedad con tratamiento SGCT ( ), Bombeo sin tratamiento SBST ( ), Bombeo con tratamiento SBCT ( ),			<b>CODIGO DEL SISTEMA:</b>
<b>NOMBRE DEL PRESTADOR:</b>			<b>CODIGO DEL PRESTADOR:</b>
<b>TIPO DE SISTEMA DE CLORACIÓN:</b> Autocompensante ( ), Doble recipiente ( ), Con flotador ( ), Bomba eléctrica ( ), Otros ( ), _____			<b>INSUMO EMPLEADO:</b> Cloro granulado al 65-70% ( ), Lejía _____% ( ) Cloro gas ( ), Cloro en pastillas ( ), otro ( ) _____
<b>N° DE HABITANTES:</b>	<b>N° VIVIENDAS HABITADAS:</b>	<b>CAUDAL DE INGRESO AL RESERVORIO (l/s):</b>	<b>MES:</b>
<b>AÑO:</b>			

RECARGA DE SOLUCIÓN MADRE		CAUDAL DE GOTEJO DE LA SOLUCIÓN MADRE (ml/min)	FECHA DE MONITOREO	HORA DE MONITOREO	PUNTO DE MUESTREO	PARAMETROS DE CAMPO					APELLIDOS Y NOMBRES JEFE(A) DE FAMILIA	MEDIDAS ADOPTADAS Y/O FIRMA
						PESO DE CLORO UTILIZADO (kg)	VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA (l)	CLORO RESIDUAL (mg/L)	pH valor de pH	CONDUCTIVIDAD (ps/cm)		
					Reservorio							
					Primera Vivienda							
					Vivienda Intermedia							
					Ultima Vivienda							
					Reservorio							
					Primera Vivienda							
					Vivienda Intermedia							
					Ultima Vivienda							
					Reservorio							
					Primera Vivienda							
					Vivienda Intermedia							
					Ultima Vivienda							
					Reservorio							
					Primera Vivienda							
					Vivienda Intermedia							
					Ultima Vivienda							
					Reservorio							
					Primera Vivienda							
					Vivienda Intermedia							
					Ultima Vivienda							

Operador (a) del Sistema: _____ Apellidos y Nombres (firma)	N° Celular: _____ N° Celular	V°B° Salud: (Sello y firma) _____ V°B° Salud: (Sello y firma)	N° Celular: _____ N° Celular
Fiscal JASS: _____ Apellidos y Nombres (firma)	N° Celular: _____ N° Celular	V°B° ATM: (Sello y firma) _____ V°B° ATM: (Sello y firma)	N° Celular: _____ N° Celular

**FORMATO DE REPORTE DE SOLIDOS SEDIMENTALES, COLOR Y SABOR DEL AGUA**

**I. UBICACIÓN**

Localidad/Anexo \_\_\_\_\_ Fecha de muestreo \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / 2022

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

Establecimiento de Salud \_\_\_\_\_

**II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad \_\_\_\_\_ (anotar el nombre) JASS \_\_\_\_\_ (anotar el nombre)

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad Simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin Tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (pregunta 106c (A) DATASS): \_\_\_\_\_

**III. MEDICIÓN DEL NIVEL DE SOLIDO SEDIMENTABLE**

**3.1 Reservorio**

N°	Punto de toma de la muestra	Hora de inicio de Reposo	Hora de culminación de Reposo	Nivel de solido sedimentable mililitro (ml)
1	RESERVORIO			
2	Primera Vivienda			
3	Intermedia Vivienda			
4	Ultima vivienda			

**IV. MEDICIÓN DEL COLOR DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

N°	Punto de toma de la muestra	Coloración		Datos del Usuario		
		Incolora	Con color (Rojo Verde Amarillo Marrón)	Nombres y apellidos	DNI	Firma
1	Reservorio					
2	Vivienda intermedia					
3	Última vivienda					

**V. MEDICIÓN DEL SABOR DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

N°	Punto de toma de la muestra	Sabor		Datos del Usuario		
		Inspida	Salado	Nombres y apellidos	DNI	Firma
1	Reservorio					
2	Vivienda intermedia					
3	Última vivienda					

**VI. TIPO DE USO DEL AGUA DE LA RED PUBLICA**

1 Beber y preparación de alimentos

2 Otros usos

**VII. OBSERVACIONES**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Técnico en Salud Ambiental del EESS: \_\_\_\_\_ (firma) Opcional

Operador: \_\_\_\_\_ (firma)

Responsable del Área Técnica Municipal: \_\_\_\_\_ (firma)

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

									
<b>FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL</b>									
<b>I. UBICACIÓN</b>									
Localidad / Anexo:						Fecha			
Distrito						Provincia		Departamento	
Establecimiento de Salud									
<b>II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO</b>									
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua									
Municipalidad						JASS			
(anotar el nombre)						(anotar el nombre)			
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua <sup>1</sup> :									
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pregunta 105c (A) DATASS):									
<b>III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO</b>									
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio									
N°	Punto de toma de la muestra <sup>3</sup>	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)					
				< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm				
1	Salida de PTAP								
2	Reservorio - 1								
3	Reservorio - 2								
4	Reservorio - 3								
5									
3.2 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	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(1era viv)							
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)							
3	Red	grifo/viv.(última viv)							
4									
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red									
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo									
4. Coordenadas UTM: Opcional									
<b>IV. OBSERVACIONES</b>									
1.-									
2.-									
3.-									
Jefe del Establecimiento de Salud									
(firma)									
Técnico en Salud Ambiental del EESS:									
(firma)									
Responsable del Área Técnica Municipal									
(firma)									



## ANEXO 4: INFORMES

### INFORME DE ENSAYO N° 1906110

#### ANÁLISIS DE AGUA

Cliente : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL HERNÁNDEZ  
 Domicilio legal : Plaza Principal de Daniel Hernández, Daniel Hernández – Tayacaja – Huancavelica.  
 Producto : Agua Natural  
 Referencia del cliente : No Indica.  
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Manantial Ccarayoccc – La Colpa, Daniel Hernández – Tayacaja – Huancavelica.  
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica  
 Procedimiento de muestreo : No Aplica  
 Fecha de recepción de las muestras : 2019/06/28  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019/06/28  
 Fecha de término del ensayo : 2019/07/08

Método de Referencia	Ensayo	Limite de Detección del Método	Limite de Cuantificación del Método	Resultado	Unidad
Código de Laboratorio: 1906110-1		Estación de Muestreo: MUESTRA 07		Fecha de Muestreo: 2019/06/27 Hora: 14:50	
Tipo de muestra: Agua Subterránea					
APHA 4500-CN C, E	Cianuro Total	0,005	0,018	< 0,005	mg/L
APHA 2120 B (*)	Color Verdadero	---	5	< 5	UC
APHA 4500-Cl B	Cloruro	1,0	3,0	1,5	mg/L
APHA 4500-Cl G (*)	Cloro Residual	---	0,1	< 0,1	mg/L
APHA 2340 C	Dureza Total	3	12	24	mg/L
APHA 4500-F D	Fluoruros	0,02	0,08	< 0,02	mg/L
APHA 4500-NO <sub>2</sub> B	Nitrito (N-NO <sub>2</sub> )	0,0005	0,002	< 0,0005	mg/L
APHA 4500-NO <sub>3</sub> -E	Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	0,01	0,05	0,87	mg/L
APHA 9221 B	Numeración de Coliformes totales	---	1,8	1,3 x 10	NMP/100 mL
APHA 9221 E-1	Numeración de Coliformes fecales	---	1,8	2	NMP/100 mL
APHA 9221 F	Numeración de <i>Escherichia coli</i>	---	1,8	< 1,8	NMP/100 mL
APHA 9215 B	Recuento de Bacterias Heterotróficas	---	1,0	5,2 x 10	UFC/mL
APHA 2540 C	Sólidos Totales Disueltos	2	8	38	mg/L
APHA 4500- SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	Sulfato	0,6	2,4	9,1	mg/L
APHA 2130 B (*)	Turbidez	1	3	< 1	NTU
APHA 2510 B	Conductividad	---	---	58	µmho/cm a 25°C
APHA 4500-H+B (4)	pH	---	---	7,9	UpH

**INFORME DE ENSAYO N° 1906110**  
**ANÁLISIS DE AGUA**

Método de Referencia	Ensayo	Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método	Resultado	Unidad
		Fecha de Muestreo: 2019/06/27			
Código de Laboratorio: 1906110-1		Estación de Muestreo: MUESTRA 07		Hora: 14:50	
		Tipo de muestra: Agua Subterránea			
<b>Metales Totales</b>					
EPA 200.7 Rev. 4.4 (1994) ( <sup>1</sup> )	Aluminio	0,0077	---	S/R	mg/L
	Antimonio	0,0015	---	S/R	mg/L
	Arsénico	0,001	---	S/R	mg/L
	Bario	0,0004	---	S/R	mg/L
	Berilio	0,0002	---	S/R	mg/L
	Boro	0,0012	---	S/R	mg/L
	Cadmio	0,00005	---	S/R	mg/L
	Calcio	0,0035	---	S/R	mg/L
	Cerio	0,0096	---	S/R	mg/L
	Cobalto	0,0007	---	S/R	mg/L
	Cobre	0,0005	---	S/R	mg/L
	Cromo	0,0023	---	S/R	mg/L
	Estañio	0,0026	---	S/R	mg/L
	Estroncio	0,0002	---	S/R	mg/L
	Fósforo	0,0237	---	S/R	mg/L
	Hierro	0,0052	---	S/R	mg/L
	Litio	0,0006	---	S/R	mg/L
	Magnesio	0,0107	---	S/R	mg/L
	Manganeso	0,0004	---	S/R	mg/L
	Molibdeno	0,0018	---	S/R	mg/L
	Níquel	0,0015	---	S/R	mg/L
	Plata	0,0014	---	S/R	mg/L
	Plomo	0,0004	---	S/R	mg/L
	Potasio	0,0463	---	S/R	mg/L
	Selenio	0,001	---	S/R	mg/L
	Silicio	0,0051	---	S/R	mg/L
	Sodio	0,0074	---	S/R	mg/L
Talio	0,0002	---	S/R	mg/L	
Titanio	0,0021	---	S/R	mg/L	
Uranio ( <sup>2</sup> )	0,007	---	S/R	mg/L	
Vanadio	0,0005	---	S/R	mg/L	
Zinc	0,0009	---	S/R	mg/L	
APHA 3112 B	Mercurio total (Hg)	0,0001	0,0003	< 0,0001	mg/L

**Ensayo:** Descripción del Método de Referencia:

Metales Totales por ICP-AES: EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V, U and Zn).

Mercurio: EPA Method 245.1; Rev.3, 1994. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry

## INFORME DE ENSAYO N° 1906110

### ANÁLISIS DE AGUA

Código de Laboratorio: 1906110-1	CUANTITATIVO						RESULTADO (Org/L)
	ORGANISMOS (Género y especie)		ESTADIO		Conteo		
			Quiste	Ooquiste	Quiste	Ooquiste	
Estación de Muestreo: MUESTRA 07	Protozoarios (*)	<i>Entamoeba coli</i>	-	-	0	0	0
		<i>Endolimax nana</i>	-	-	0	0	0
		<i>Blasotocystis hominis</i>	-	-	0	0	0
		<i>Entamoeba hylolítica</i>	-	-	0	0	0
		<i>Giardia duodenalis</i>	-	-	0	0	0
		<i>Balantidium coli</i>	-	-	0	0	0
		<i>Cryptosporidium sp.</i>	-	-	0	0	0
		<i>Trichomonas hominis</i>	-	-	0	0	0
<b>SUB TOTAL</b>							<b>0</b>
Fecha de Muestreo: 2019/06/27	ORGANISMOS (Género y especie)		ESTADIO		Conteo		RESULTADO (Org/L) ó (Huevos /L)
			Larva	Huevo	Larva	Huevo	
Tipo de Muestra: Agua Subterránea	Helmintos (*)	<i>Ascaris lumbricoides</i>	-	-	0	0	0
		<i>Strongyloides stercoralis</i>	-	-	0	0	0
		<i>Trichuris trichiura</i>	-	-	0	0	0
		<i>Taenia sp</i>	-	-	0	0	0
		<i>Hymenolepis nana</i>	-	-	0	0	0
		<i>Fasciola hepatica</i>	-	-	0	0	0
<b>SUB TOTAL</b>							<b>0</b>
<b>TOTAL</b>							<b>0</b>

Código de Laboratorio:  
1906110-1

Estación de Muestreo: MUESTRA 07

Fecha de Muestreo: 2019/06/27

Hora: 14:50

Tipo de muestra: Agua Subterránea

Referencia	Ensayo	ZOOPLANCTON							Resultado N° Org./L	
		PHYLLUM	Género / Especie	ESTADÍO - CONTEO						
				Huevo	Larva	Nauplio	Adulto	*ND		
APHA 10200 C.1 y 3, F.2, a, c.1  APHA 10200. C.1, F.2.c.1, G  EPA Method 670/4-73-001 (*)	<b>ORGANISMOS DE VIDA LIBRE</b>	No se encontraron organismos							0	
		<b>SUB TOTAL</b>							<b>0</b>	
		FITOPLANCTON								
		PHYLLUM	Género / Especie						Resultado N° Org./L	
		No se encontraron organismos							0	
		<b>SUB TOTAL</b>							<b>0</b>	
		NEMÁTODOS / PROTOZOARIOS DE VIDA LIBRE								
		PHYLLUM	Género / Especie						Resultado N° Org./L	
		No se encontraron organismos							0	
		<b>SUB TOTAL</b>							<b>0</b>	
		<b>TOTAL</b>							<b>0</b>	

\*ND: No Determinado

## INFORME DE ENSAYO N° 1906110

### ANÁLISIS DE AGUA

<b>Ensayo:</b>	<b>Descripción del Método de Referencia:</b>
Cianuro Total:	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500-CN C, E 23rd Ed. 2017. Total Cyanide After Distillation / Colorimetric Method.
Color Verdadero:	SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part 2120 B 23rd Ed. 2017. Visual Comparison Method
Cloruro:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B. 23rd Ed. 2017. Chloride: Argentometric Method.
Cloro Residual:	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500-Cl G 23rd Ed 2017. DPD Colorimetric Method
Dureza Total:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2340 C. 23rd Ed. 2017. Hardness: EDTA Titration Method.
Fluoruros:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part Part 4500-F D 23rd Ed. 2017. SPADNS Method
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> ):	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> E. 23rd Ed 2017. Nitrogen (Nitrate): Cadmium Reduction Method.
Nitrito (N-NO <sub>2</sub> ):	SMEWW – APHA- AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>2</sub> B. 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite): Colorimetric Method.
Numeración de Coliformes Totales (NMP):	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221.B. 23rd Edition 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Fecales (NMP):	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221.E-1. 23rd Edition 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
Numeración de <i>Escherichia coli</i> :	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 23rd Edition 2017 Part 9221 G.2 – Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other <i>Escherichia coli</i> Procedures (Proposed). <i>Escherichia coli</i> Test (Indole Production).
Recuento de Bacterias Heterotróficas:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 23rd Edition 2017 Part 9215 B – Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
Sólidos Totales Disueltos:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2540 C. 23rd Ed 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Sulfato:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO42- E. 23rd Ed. 2017.Sulfate. Turbidimetric Method.
Turbidez:	SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part 2130 B. 23rd Ed. 2017. Turbidity: Nephelometric Method.
Conductividad:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2510 B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
pH:	SMEWW –APHA- AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method
Determinación de Protozoarios y Helmintos patógenos:	Método de Baillenger modificado. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Rachel M. Ayres y D. Duncan Mara. OMS. Ginebra.
Determinación de Organismos de Vida Libre para aguas de uso y consumo humano:	APHA-AWWA-WEF. Part 10200 C.1 y 3, F.2, a, e.1. 22nd Edition.2012. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.

#### Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración “Suplemento al informe de Ensayo”
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- (\*): Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- (¹) Los Métodos indicados han sido acreditados por el INACAL-DA, para el Laboratorio Subcontratado.
- (²) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA, para el Laboratorio Subcontratado.
- (³) El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

Lima, 12 de julio del 2019.

## ANEXO DEL INFORME DE ENSAYO N° 1906110

Cliente : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL HERNÁNDEZ  
 Domicilio legal : Plaza Principal de Daniel Hernández, Daniel Hernández – Tayacaja – Huancavelica.  
 Producto : Agua Natural  
 Referencia del cliente : No Indica.  
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Manantial Ccarayocce – La Colpa, Daniel Hernández – Tayacaja – Huancavelica.  
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica  
 Procedimiento de muestreo : No Aplica  
 Fecha de recepción de las muestras : 2019/06/28

### DATOS DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO

Estación	Hora	Fecha	Descripción	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
				ESTE	NORTE	
MUESTRA 07	14:50	2019/06/27	Manantial. A 40 minutos carretera arriba de la población La Colpa	0517128	8635839	3489

**Acta de realizacion de limpieza, desinfeccion y calibracion del sistema de agua**

000352

**ACTA DE REALIZACION DE LA LIMPIEZA, DESINFECCION Y CALIBRACION DEL SISTEMA DE AGUA**

Lugar y fecha: Paltaroni - 09-11-2020  
Departamento: Huancaavelica  
Provincia: Tayacaja  
Centro Poblado: Paltaroni  
Ubigeo de Centro Poblado: 0907060006

Por la presente se deja constancia que se ha realizado las actividades de limpieza y desinfección del sistema de agua.

Así mismo se ha realizado la calibración del sistema de cloración, tipo por goteo con flotador, según detalle:

Caudal de ingreso al sistema (lt/seg) 0.36 LT/seg  
Dosis calibrada para la cloración (ml/min) 13.88 ml/min

Con la presencia de representantes de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del C.P. Paltaroni; quienes se reúnen a efectos de dejar constancia de la culminación y conformidad a los TRABAJOS DE LIMPIEZA, DESINFECCION Y CALIBRACION DEL SISTEMA DE CLORACION PARA OBTENER LA DOSIS NECESARIA PARA LA CLORACION DEL AGUA.

En prueba de conformidad suscriben el Acta:

R. Vélez  
R. Vélez  
Responsable de las acciones de limpieza, desinfección y calibración

  
[Signature]  
Presidente de la OC

  
[Signature]  
Secretario de la OC H1993158

  
[Signature]  
Operador de la OC

  
Rosalinda Chávez Ramos  
Licenciada en Enfermería  
CEP. 97523  
[Signature]  
Responsable IPRESS

  
[Signature]  
Ing. Daniel Santos Araujo  
Responsable de ATM

# Registro de Cloracion

000345

**REGISTRO DE CLORACION DE AGUA DE CONSUMO HUMANO**  
**HIPOCLORADOR POR GOTEO CON FLOTADOR; BOMBA ELECTRICA; CONVENCIONAL**  
**SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD/BOMBEO SIN/CON PLANTA DE TRATAMIENTO** (Subrayar tipo de sistema)

JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE \_\_\_\_\_ DISTRITO: Daniel Hernandez  
 N° de familias en la comunidad: 181 N° familias con acceso a agua potable: \_\_\_\_\_ PROVINCIA: Tayacaja  
 % Familias con UBS a arrastre hidráulico: \_\_\_\_\_ % Familias con UBS c/arrastre hidráulico: \_\_\_\_\_ DEPARTAMENTO: Huancavelica  
 Caudal de ingreso al reservorio (Q<sub>i</sub>) = \_\_\_\_\_ litros/seg MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_

DIA	FECHA	Q <sub>i</sub> (L/s)	RECARGA SOLUCION MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE: mg/L				Q <sub>g</sub> (ml/min)	OBSERVACIONES	FIRMA
			Hipoc. Calcio GRAMOS	AGUA LITROS	RESER- VORIO	PRIMERA CASA	CASA INTERMEDIA	ULTIMA CASA			
1											
2				600	1.31	1.1	0.87	0.56	1388		
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9				600	1.30	1.11	0.86	0.54	1388		
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16				600	1.32	1.1	0.84	0.57	1388		
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23				600	1.31	1.19	0.88	0.55	1388		
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30				600	1.30	1.11	0.85	0.56	1388		
31											

Responsable: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma

V°B° Salud \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma

Fiscal JASS \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma

Área Técnica Municipal de Saneamiento (ATMS)  
 MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DANIEL HERNANDEZ  
 TAYACAJA - HUANCVELICA  
 Ing. Daniel Santos Araujo  
Nombre y Apellidos Firma RESPONSABLE DEL AREA TECNICA MUNICIPAL

## Cuaderno de Monitoreo de Cloro Residual

**CUADERNO DE MONITOREO DE CLORO RESIDUAL**

JASS: <u>Paltaroni</u>		N° de Viviendas: _____		Población Total: _____	
Distrito: <u>Daniel Hernandez</u>		N° de usuarios: _____		Caudal de Ingreso al reservorio: _____	
Provincia: <u>Tayacaja</u>		Caudal de dosificación de cloro: _____		Caudal de Ingreso al reservorio: _____	
Tipo de sistema de cloración: _____		Caudal de dosificación de cloro: _____		Caudal de Ingreso al reservorio: _____	

N°	Fecha	RECARGA SOLUCION MADRE		CLORO RESIDUAL POR PUNTO DE MUESTRA (mg/lit)				NOMBRE DEL USUARIO	FIRMA DEL USUARIO	OBSERVACIONES
		Hipoc. Calcio (Gramos)	Agua (Litros)	Reservorio	1ra. Vivienda	2da. Vivienda interm.	3ra. Última Vivienda.			
	09-11-2020	1.999	600	1.31	1.1	0.87	0.56	1 Juana Chamorro Lopez 2 Mirian Alvaro Lopez 3 Luz Vaneza Urzabe Banderu	<i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i>	
	10-11-2020	1.999	600	1.30	1.11	0.86	0.54	1 Juana Chamorro Lopez 2 Mirian Alvaro Lopez 3 Luz Vaneza Urzabe Banderu	<i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i>	
	11-11-2020	1.999	600	1.32	1.1	0.84	0.57	1 Juana Chamorro Lopez 2 Mirian Alvaro Lopez 3 Luz Vaneza Urzabe Banderu	<i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i>	
	12-11-2020	1.999	600	1.31	1.12	0.88	0.55	1 Juana Chamorro Lopez 2 Mirian Alvaro Lopez 3 Luz Vaneza Urzabe Banderu	<i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i>	
	13-11-2020	1.999	600	1.30	1.11	0.85	0.56	1 Juana Chamorro Lopez 2 Mirian Alvaro Lopez 3 Luz Vaneza Urzabe Banderu	<i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i>	

**Operador:** *[Firma]* **Harciano Huancoy Juro** N° de Celular: 955875605 V.B. Salud: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**Fiscal JASS:** *[Firma]* **José Paucar Félix** N° de Celular: 982639550 Resp. ATM: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

*[Firma]* **Reynalda Chávez Ramos** Licenciada en Enfermería CEP: 97523 N° de Celular: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

*[Firma]* **Mrs. Rafael Santos Araujo** N° de Celular: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

000377

JASS

LIBRO DE MONITOREO DE CLORO RESIDUAL

JASS: <u>Paltaroni</u>				N° de Viviendas:				Poblacion Total:			
Distrito: <u>Daniel Hernandez</u>				N° de usuarios:							
Provincia: <u>Tarayuya</u>				Caudal de Ingreso al reservorio:							
Tipo de sistema de cloración:				Caudal de dosificación de cloro:							
N°	Fecha	REGARDO SOLUCION MADRE		CLORO RESIDUAL POR PUNTO DE MUESTRA (mg/lit)				NOMBRE DEL USUARIO	FIRMA DEL USUARIO	OBSERVACIONES	
		Hipoc. Calcio (Gramos)	Agua (Litros)	Reservorio	1ra. Vivienda	2da. Vivienda Intem.	3ra. Vivienda				
	14-11-2020	1.999	600	1.30	1.11	0.87	0.53	1 Juana Chamorro Lopez 2 Juan Albaro Lopez 3 Luz Vanesa Huarbe Bendezi	<i>[Signatures]</i>		
	15-11-2020	1.999	600	1.32	1.10	0.86	0.52	1 Juana Chamorro Lopez 2 Juan Albaro Lopez 3 Luz Vanesa Huarbe Bendezi	<i>[Signatures]</i>		
	16-11-2020	1.999	600	1.3	1.12	0.84	0.53	1 Juana Chamorro Lopez 2 Juan Albaro Lopez 3 Luz Vanesa Huarbe Bendezi	<i>[Signatures]</i>		
								1 2 3			
								1 2 3			

Operador:  *[Signature]* Nombre y Apellidos: Antonio Huarbe Bendezi Firma: *[Signature]* N° de Celular: 98275605 V°B° Salud:

Fiscal JASS:  *[Signature]* Nombre y Apellidos: Sancho Lascar Felix Firma: *[Signature]* N° de Celular: 98269550 Resp. ATM:

 Rosalinda Chávez Ramos  
Licenciada en Enfermería  
C.E.P. 97523  
Nombre y Apellidos: Rosalinda Chávez Ramos Firma: *[Signature]* N° de Celular: \_\_\_\_\_

 Ing. Rafael...  
Nombre y Apellidos: Ing. Rafael... Firma: *[Signature]* N° de Celular: \_\_\_\_\_

## REGISTRO DE CONTROL DE PARAMETROS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

LOCALIDAD: Paltarcumi DISTRITO: Daniel Hernandez PROVINCIA: Tayacaja DEPARTAMENTO: Huancavelica  
 TIPO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE: Gravedad sin tratamiento SGST (  ), Gravedad con tratamiento SGCT (  ),  
 Bombeario sin tratamiento SBST (  ), Bombeario con tratamiento SBCT (  )  
 NOMBRE DEL PRESTADOR: \_\_\_\_\_ CÓDIGO DEL SISTEMA: 1218178  
 TIPO DE SISTEMA DE CLORACION: Autocompensante (  ), Bomba eléctrica (  ), Doble recipiente (  ), Otros (  ), Con flotador (  )  
 INSUMO EMPLEADO: Cloro granulado al 65-70% (  ), Lejía (  ), Cloro gas (  ), Cloro en pastillas (  ), Otro (  )  
 CÓDIGO DEL PRESTADOR: 114290

RECARGA DE SOLUCIÓN MADRE		CALIDAD DE GOTEJO DE LA SOLUCIÓN MADRE (ml/min)	FECHA DE MONITOREO	HORA DE MONITOREO	PUNTO DE MUESTREO	PARAMETROS DE CAMPO					APELLIDOS Y NOMBRES JEFE(A) DE FAMILIA
PESO DE CLORO UTILIZADO (kg)	VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA (l)					CLORO RESIDUAL (mg/l)	pH valor de pH	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	TURBIDEZ (NTU)	COLOR	
1.999	600	0.36	16-11-2020	09:10 am	Reservorio	1.30	8.02	102	2.35	5/c	
				09:31 am	Primera vivienda	1.11	8.04	103	2.36	5/c	Juana Chamaco Lopez
				10:15 am	Vivienda Intermedia	0.87	8.06	107	2.32	5/c	Miriam Albano Lopez
				11:07 am	Ultima vivienda	0.53	8.08	105	2.34	5/c	Iuz Vanessa Urzua Benitez
				08:52 am	Reservorio	1.32	8.03	100	2.31	5/c	
1.999	600	0.36	17-11-2020	08:59 am	Primera vivienda	1.10	8.05	108	2.32	5/c	Juana Chamaco Lopez
				09:31 am	Vivienda Intermedia	0.86	8.07	104	2.35	5/c	Miriam Albano Lopez
				10:13 am	Ultima vivienda	0.52	8.08	104	2.32	5/c	Iuz Vanessa Urzua Benitez
				08:25 am	Reservorio	1.2	8.03	109	2.36	5/c	
				08:56 am	Primera vivienda	1.12	8.04	101	2.34	5/c	Juana Chamaco Lopez
1.999	600	0.36	18-11-2020	09:28 am	Vivienda Intermedia	0.84	8.06	103	2.30	5/c	Miriam Albano Lopez
				10:20 am	Ultima vivienda	0.53	8.02	108	2.35	5/c	Iuz Vanessa Urzua Benitez
					Reservorio						
					Primera vivienda						
					Vivienda Intermedia						

Operador (a) del Sistema:  [Firma] - Maricela Huacacaychura Cordero N° Celular: 985825605  
 Fiscal JASS:  [Firma] - Josinto Paucar Felix N° Celular: 982699550

 [Firma] - Rosalinda Chavez Ramos  
 TEC. EN ENFERMERIA  
 DNI: 48018728  
 [Firma] - My. David Santos Araujo  
 RESERVA DE LEGITIMACION

351

REGISTRO DE CONTROL DE PARAMETROS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

LOCALIDAD: Paltuvuni DISTRITO: Donal Hernández PROVINCIA: Taya eja DEPARTAMENTO: Huanacelica  
 TIPO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE: Gravedad sin tratamiento SOST (  ), Gravedad con tratamiento SOST (  ), Bombeo sin tratamiento SOST (  ), Bombeo con tratamiento SOST (  )  
 NOMBRE DEL PRESTADOR: \_\_\_\_\_ CÓDIGO DEL SISTEMA: 121878  
 TIPO DE SISTEMA DE CLORACIÓN: Autocompenteante (  ), Doble recipiente (  ), Bomba eléctrica (  ), Con flotador (  ) INSUMO EMPLEADO: Cloro granulado al 65-70% (  ), Cloro líquido (  ), Cloro en pastillas (  ), otro (  )  
 N° DE HABITANTES: \_\_\_\_\_ CAUDAL DE INGRESO AL RESERVOIRIO (l/s): \_\_\_\_\_ MES: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_

FECHA DE SOLUCIÓN MADRE	CALCAJE DE GOTEO DE LA SOLUCIÓN MADRE (ml/min)	FECHA DE MONITOREO	HORA DE MONITOREO	PUNTO DE MUESTREO	PARAMETROS DE CAMPO				APellidos y Nombres JEFE(R) DE FAMILIA	MEDIDAS ADOPTADAS Y/O FIRMA	
					CLORO RESIDUAL (mg/l)	pH valor de pH	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	TURBIDEZ (NTU)			COLOR
1999	600	0.36	04.11.2020	8:30 am Reservoirio	1.31	8.09	102	2.32	5/c	Juana Chamorro Lopez Marian Albano Lopez Luz Vanessa Alvarado Sanchez	[Firma]
				8:57 am Primera vivienda	1.1	8.07	100	2.34	5/c		
				9:41 am Vivienda intermedia	0.87	8.06	101	2.31	5/c		
				10:50 am Última vivienda	0.56	8.05	103	2.35	5/c		
1.999	600	0.36	10.11.2020	9:10 am Reservoirio	1.20	8.03	104	2.30	5/c	Juana Chamorro Lopez Marian Albano Lopez Luz Vanessa Alvarado Sanchez	[Firma]
				9:35 am Primera vivienda	1.11	8.07	105	2.36	5/c		
				10:10 am Vivienda intermedia	0.86	8.09	102	2.32	5/c		
				11:02 am Última vivienda	0.54	8.04	101	2.37	5/c		
1.999	600	0.36	11.11.2020	03:00 pm Reservoirio	1.32	8.07	106	2.35	5/c	Juana Chamorro Lopez Marian Albano Lopez Luz Vanessa Alvarado Sanchez	[Firma]
				03:05 pm Primera vivienda	1.1	8.02	103	2.38	5/c		
				04:04 pm Vivienda intermedia	0.84	8.03	107	2.33	5/c		
				04:53 pm Última vivienda	0.57	8.06	103	2.35	5/c		
1.999	600	0.36	12.11.2020	08:40 am Reservoirio	1.31	8.07	104	2.32	5/c	Juana Chamorro Lopez Marian Albano Lopez Luz Vanessa Alvarado Sanchez	[Firma]
				09:15 am Primera vivienda	1.12	8.09	100	2.34	5/c		
				09:50 am Vivienda intermedia	0.88	8.07	103	2.32	5/c		
				10:35 am Última vivienda	0.55	8.05	106	2.31	5/c		
1.999	600	0.36	13.11.2020	10:10 am Reservoirio	1.30	8.09	103	2.35	5/c	Juana Chamorro Lopez Marian Albano Lopez Luz Vanessa Alvarado Sanchez	[Firma]
				10:45 am Primera vivienda	1.1	8.02	104	2.33	5/c		
				11:19 am Vivienda intermedia	0.85	8.01	102	2.35	5/c		
				11:57 am Última vivienda	0.56	8.06	100	2.37	5/c		

Operador (a) del Sistema: [Firma] Apellidos y Nombres (firma): Horacio Hujacachaca Carhuar N° Celular: 955875605  
 Fiscal IASS: [Firma] Apellidos y Nombres (firma): Josinto Paucar Felix N° Celular: 982 639 850  
 Responsable de la Inspección: [Firma] Apellidos y Nombres (firma): Rosalinda Vidales Ramos N° Celular: 965330096  
 N° de la Inspección: 469769003

## ANEXO 5: FOTOGRAFÍAS

Se anexan las principales fotografías capturadas durante la investigación.



En la primera fotografía, se observa al investigador obteniendo muestras para determinar la calidad del agua.



En la segunda fotografía, se muestra al investigador durante el estudio previo de los sistemas de agua tradicionales.



En la tercera fotografía, se muestra los componentes de los sistemas de agua tradicionales.



En la cuarta fotografía, se muestra los componentes deteriorados de los sistemas de agua tradicionales.



En la quinta fotografía, se muestra los componentes de los sistemas de agua tradicionales.





En la séptima fotografía, se muestran los componentes del sistema de cloración por goteo.



En la octava fotografía, se muestra la elección de soluciones que se emplearon para el análisis de la calidad del agua.



En la novena fotografía, se muestra la elección de soluciones que se emplearon para el análisis de la calidad del agua.





En la décimo primera fotografía, se muestra el análisis de la calidad del agua en los sistemas tradicionales.



En la décimo segunda fotografía, se muestra uno de los principales componentes del sistema de cloración por goteo.



En la décimo tercera fotografía, se muestra los componentes empleados para el nuevo sistema de cloración por goteo.



En la décimo cuarta fotografía, se muestra la aplicación de la solución madre para el nuevo sistema de cloración por goteo.



En la décimo quinta fotografía, se muestra la aplicación de la solución madre para el nuevo sistema de cloración por goteo.



En la décimo sexta fotografía, se muestra al investigador durante el estudio previo de los sistemas de agua tradicionales.