

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(CREADA POR LEY N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



TESIS

**"EVALUACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL
CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA,
DISTRITO DE ANCHONGA - HUANCAMELICA"**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
TECNOLOGÍA AMBIENTAL Y/SANITARIA**

PRESENTADO POR:
Bach. HUAMÁN CONDORI, JOSÉ MARÍA
Bach. CONTRERAS PARI, IVAN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL Y/O SANITARIO

HUANCAMELICA - PERÚ
2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los quince días (15) del mes de diciembre del año 2020, siendo las dieciséis horas (16:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **Mg. Víctor Guillermo SÁNCHEZ ARAUJO (PRESIDENTE)**, **Mg. César CASTAÑEDA CAMPOS (SECRETARIO)**, **Mg. Wilfredo SÁEZ HUAMÁN (VOCAL)**, designados con Resolución de Decano N° 284-2019-FCI-UNH, de fecha 09 de diciembre del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: "EVALUACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA, DISTRITO DE ANCHONGA-HUANCAMELICA", presentado por los Bachilleres **CONTRERAS PARÍ, Iván** y **HUAMÁN CONDORI, José María**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas 5:30 pm, se comunicó a los sustentantes y al público que los Miembros del Jurado que abandonaran el aula virtual para deliberación por parte de los Jurados, se llegando al siguiente resultado:

CONTRERAS PARÍ, Iván

APROBADO

☒

POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

☐

HUAMÁN CONDORI, José María

APROBADO

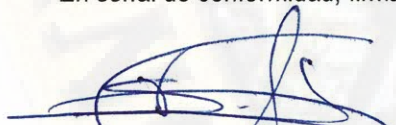
☒

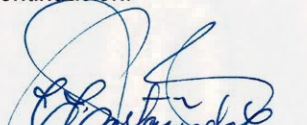
POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

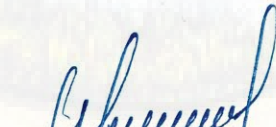
☐

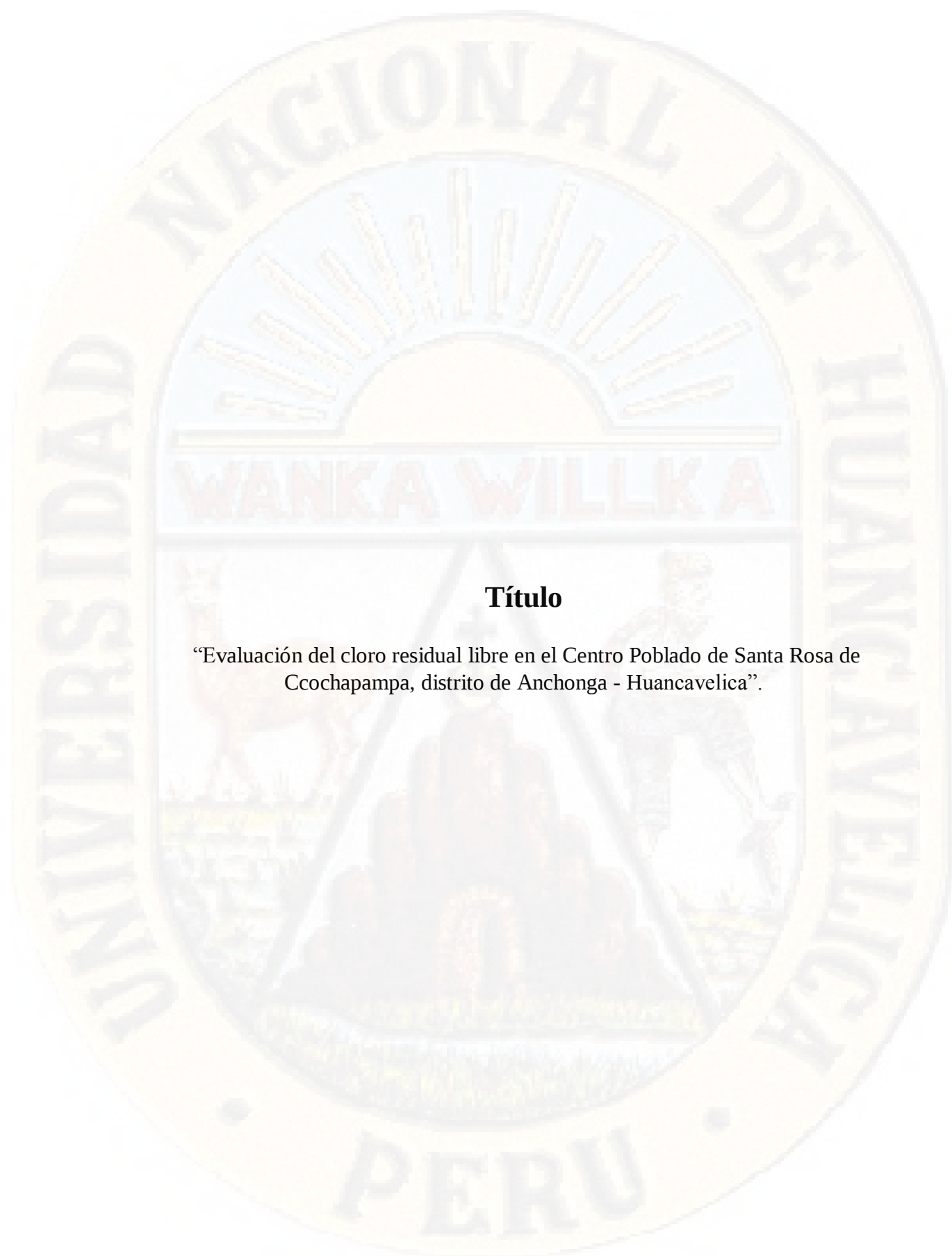
En señal de conformidad, firmamos a continuación:


Presidente


Secretario

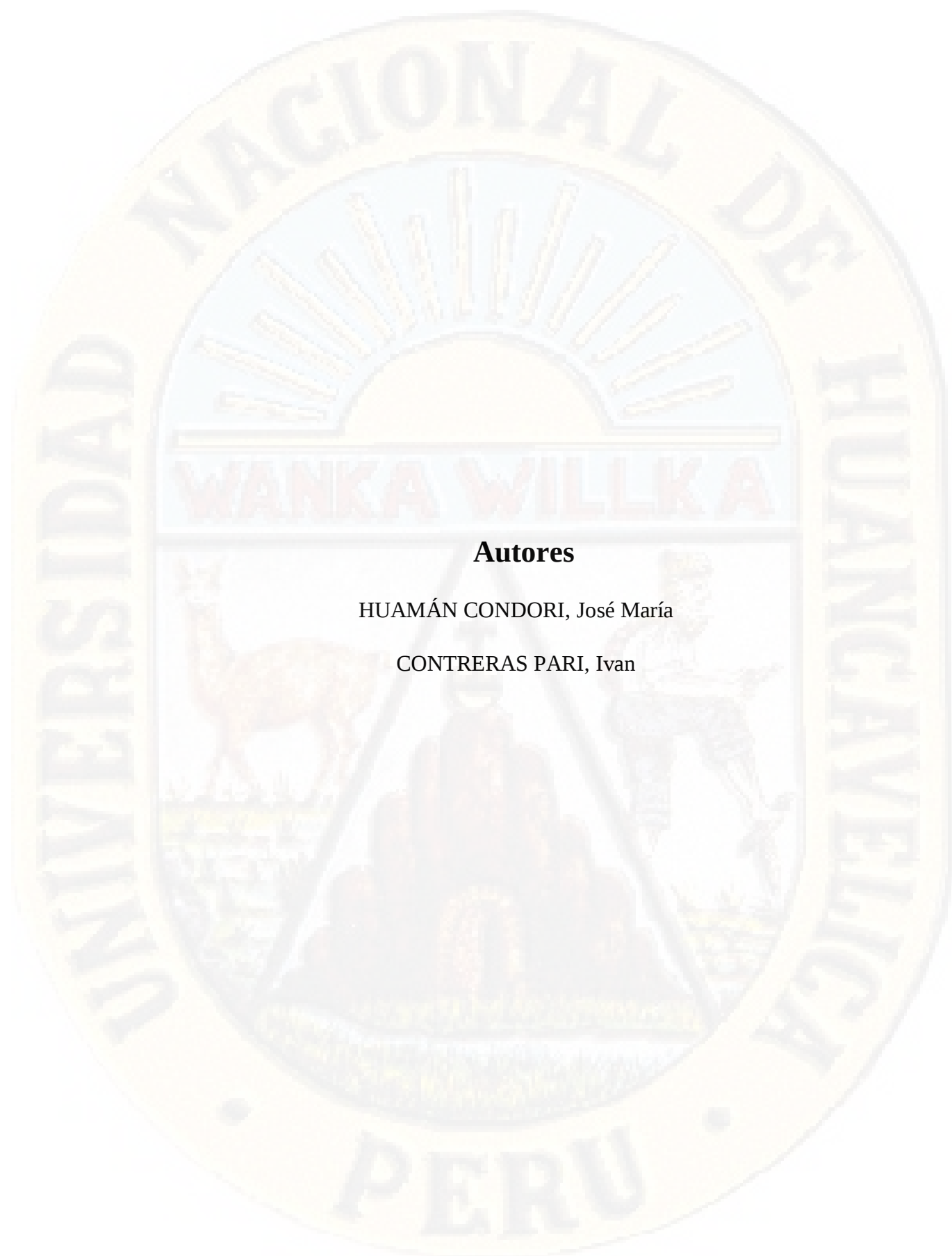

Vocal


Vº Bº Decano



Título

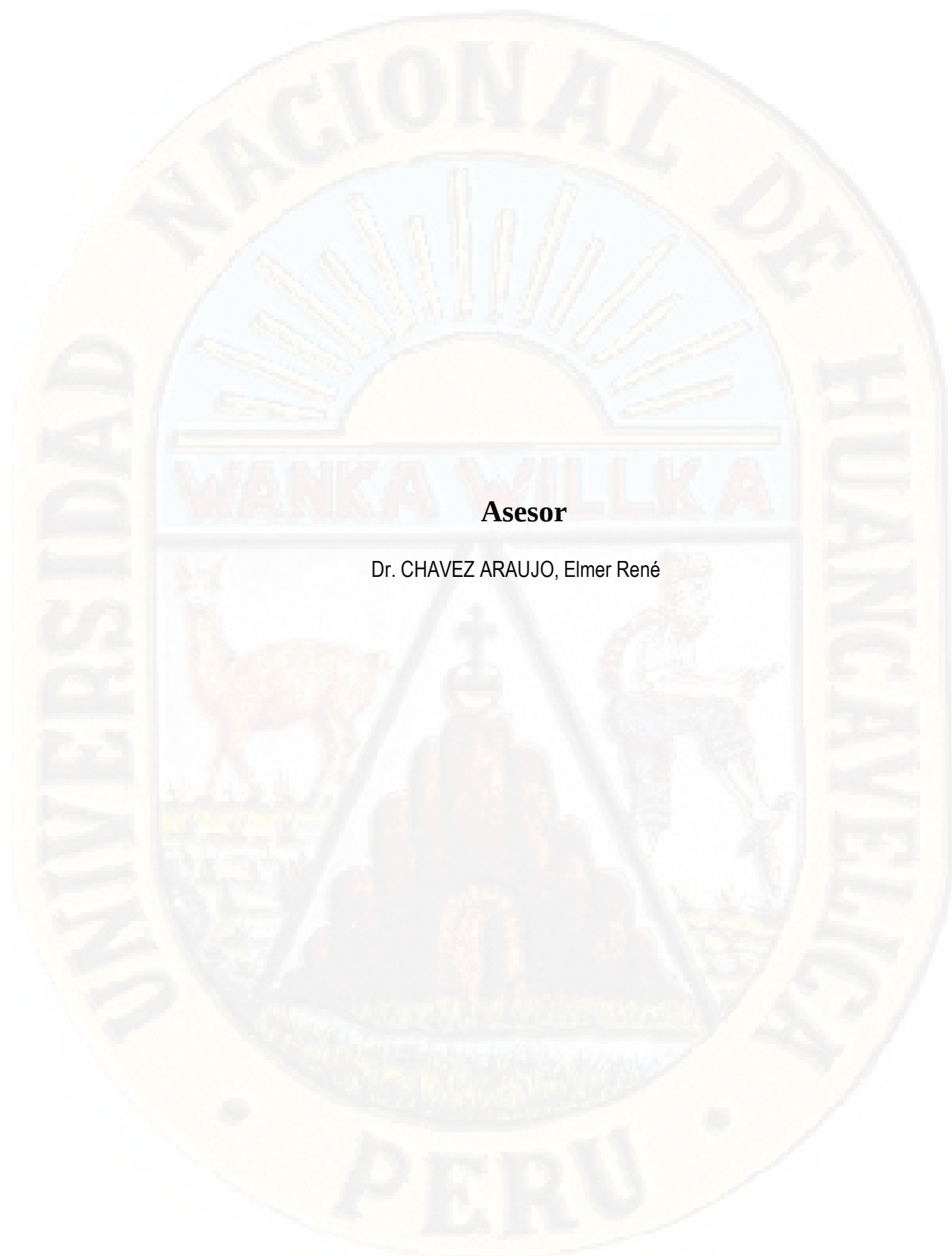
“Evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica”.



Autores

HUAMÁN CONDORI, José María

CONTRERAS PARI, Ivan



Asesor

Dr. CHAVEZ ARAUJO, Elmer René

Dedicatoria

**De: HUAMÁN CONDORI, JOSÉ
MARÍA**

A mi familia, que a pesar de las circunstancias pudieron apoyarme en los momentos más difíciles de mi etapa universitaria y por siempre estar ahí para mí gracias a ello pude cumplir este sueño que anhelaba desde que entré a las aulas de nuestra ilustre universidad nacional de Huancavelica.

De: CONTRERAS PARI, IVAN

A mis padres quienes con tanto esfuerzo y sacrificio me formaron como una persona de bien, que me ha servido para poder superar los retos que se me han presentado y entre ellos fue graduarme como ingeniero ambiental y sanitario,

Agradecimiento

El agradecimiento en primer lugar a Dios quien nos ha guiado desde siempre y nos ha dado la fortaleza para nunca rendirnos y seguir adelante

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo incondicional en nuestra formación académica y por habernos inculcado valores y apoyado moral y económicamente para dar por terminado este proyecto de investigación.

A nuestros catedráticos que gracias a los conocimientos científicos y su paciencia nos hicieron llegar para poder guiarnos y desarrollar nuestra tesis

Agradecer a nuestro asesor y a los miembros del jurado de la presente investigación, quien dedicó parte de su tiempo para guiarme y ver concluido el presente estudio de la misma forma por su apoyo profesional e incondicional durante toda la ejecución del proyecto

Gracias a las autoridades del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa del distrito de Anchonga - Huancavelica por su indispensable colaboración en la realización de este trabajo.

Índice

Título	ii
Autor	iii
Asesor.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
Introducción.....	xiv
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. Justificación teórica	4
1.4.2. Justificación metodológica.....	5
1.4.3. Justificación práctica.....	5
1.4.4. Justificación ambiental.....	6
1.5. Limitaciones	7
1.5.1. Limitaciones económicas	7
1.5.2. Limitaciones territoriales	7
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes	8

2.1.1.	A nivel internacional.....	8
2.1.2.	A nivel nacional.....	19
2.1.3.	A nivel local	22
2.2.	Bases teóricas	24
2.2.1.	Teoría de Tales de Mileto	24
2.2.2.	Teoría de las externalidades y peculiaridades económicas de los..... servicios de agua potable y saneamiento.....	25
2.2.3.	Teoría de la desinfección del agua	27
2.2.4.	Teoría del índice de calidad del agua	27
2.3.	Bases conceptuales	29
2.3.1.	Calidad del agua	29
2.3.2.	Sistema de agua potable	30
2.3.3.	Cloración.....	32
2.3.4.	Dosis de cloración	34
2.3.5.	Cloro residual libre	38
2.3.6.	Hipoclorador por goteo con flotador	43
2.3.6.1.	<i>Partes del hipoclorador con flotador</i>	43
2.3.6.1.1.	<i>Tanque de polietileno para la solución madre, PVC, hilo de.....nylon y manguera flexible.....</i>	43
2.3.6.1.2.	<i>Conexiones de ingreso de agua</i>	44
2.3.6.1.3.	<i>Conexiones de salida y dosificación de cloro al reservorio.....</i>	44
2.3.6.2.	<i>Lista de materiales.....</i>	45
2.4.	Hipótesis.....	47
2.4.1.	Hipótesis general.....	47
2.5.	Definición de términos.....	47
2.6.	Definición operativa de variables	49
2.6.1.	Definición Operacional de la variable.....	50
2.6.1.	Operacionalización de la variable.....	49
CAPÍTULO III		
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		50
3.1.	Tipo y nivel de investigación	50
3.1.1.	Tipo de investigación.....	50
3.1.2.	Nivel de investigación	50

3.2. Método de investigación	51
3.2.1. Método general.....	51
3.2.2. Método específico.....	51
3.2.3. Diseño de investigación	52
3.3. Población y muestra.....	52
3.3.1. Población.....	52
3.3.2. Muestra	57
3.3.3. Muestreo.....	57
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	58
3.4.1. Instrumentos	58
3.4.2. Técnicas	58
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	58
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	60
4.1. Análisis de información	60
8.2. Prueba de hipótesis	68
8.3. Discusión de resultados.....	77
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	82
Apéndice	85

Índice de tablas

Tabla 1 Materiales para la implementación de una hipoclorador por goteo con flotador	45
Tabla 2 Operacionalización de variables	49
Tabla 3 Prueba de normalidad mediante Kolmogorov Smirnov	69
Tabla 4 Prueba de homogeneidad de varianza del cloro residual libre	70
Tabla 5 Prueba de Ficher - ANOVA de un factor.....	75
Tabla 6 Prueba pos hoc de Tukey de cloro residual libre.....	75

Índice de figuras

Figura 1 Infraestructura de la Captación	31
Figura 2 Curva de absorción de cloro	33
Figura 3. Ficha de registro de cloro	42
Figura 4.- Partes de un hipoclorador por goteo con flotador	45
Figura 5. Mapa de Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.....	54
Figura 6. Padrón de asociados del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga –Huancavelica	56
Figura 7. Diagramas de cloro residual libre a 3500 ppm	61
Figura 8. Gráficos del cloro residual libre a una dosis de 4000 ppm	62
Figura 9. Diagramas de cloro residual libre a una dosis de 5000 ppm.....	63
Figura 10. Diagrama de barras apiladas de la concentración de cloro residual a diferentes dosis y a un funcionamiento de 30 ml/min.	64
Figura 11. Diagrama espectral de cloro residual libre.....	65
Figura 12. Diagrama tridimensional de cloro residual libre	66
Figura 13. Diagrama de cuantiles de cloro residual libre	67
Figura 14. Diagrama de QQ plots de las diferentes dosis para contrastar la normalidad	69
Figura 15. diagrama de caja y bigotes del cloro residual libre	71
Figura 16. Prueba de residuos.....	72
Figura 17. Diagrama de residuos	73
Figura 18. Campana de gauss de cloro residual libre.....	74

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre, así mismo la población y muestra estuvo constituida por 60 viviendas asociadas a la JASS (Junta administradora de servicios de saneamiento). Para la recolección de los datos el instrumento usado fue la ficha de recolección y el equipo que se utilizó fue el comparador de cloro marca Hach. Encontrándose que al suministrar 3500 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en el sistema de agua con hipoclorador por goteo el 83.33% estuvo por debajo de los valores que establece el D.S N° 031 -2010-SA (reglamento de la calidad de agua para consumo humano) y tan solo el 16.67% estuvo dentro de los valores que establece dicho reglamento. Mientras que a 4000 ppm se pudo observar que tan solo el 23.33% estuvo por encima de los valores que establece el D.S N° 031 -2010 -SA y el 76.67% estuvo dentro del reglamento y a 5000 ppm se pudo observar que el 100% de viviendas presentaron cloro residual libre por encima de los valores que establece el D.S N° 031-2010-SA. Por lo que podemos concluir que la dosis óptima fue de 4000 ppm en funcionamiento a 30 ml/min el cual cumple con dicha normativa.

Palabras claves: Cloro residual libre, hipoclorador, dosis óptima.

Abstract

The objective of this research work is to determine the optimal dose of chlorine in a water system with drip hypochlorinator for the evaluation of free residual chlorine, likewise the population and sample consisted of 60 homes associated with the JASS (Administrative Board of sanitation services). For data collection, the instrument used was the collection sheet and the equipment used was the Hach brand chlorine comparator. Finding that when supplying 3500 ppm of chlorine by operating at 30 ml / min in the water system with drip hypochlorinator, 83.33% was below the values established by DS N ° 031 -2010-SA (quality regulation of water for human consumption) and only 16.67% was within the values established by said regulation. While at 4000 ppm it could be observed that only 23.33% was above the values established by DS N ° 031 -2010 -SA and 76.67% was within the regulation and at 5000 ppm it could be observed that 100% of homes presented free residual chlorine above the values established in DS N ° 031-2010-SA. Therefore, we can conclude that the optimal dose was 4000 ppm in operation at 30 ml / min, which complies with said regulations.

Keyword: Free residual chlorine, hypochlorinator, optimal dose.

Introducción

El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento constituye un derecho humano reconocido por las Naciones Unidas, debido a que es fundamental para mantener la buena salud de las personas. Su limitado acceso o la inadecuada calidad de la prestación del servicio, representan un grave riesgo para la salud humana, en especial de los niños, adultos mayores y personas con la salud disminuida.

La cloración ha desempeñado una función al proteger los sistemas de abastecimiento de agua potable, de los microorganismos transmitidos por el agua durante casi un siglo. Se ha reconocido ampliamente a la cloración del agua potable como uno de los avances más significativos en la protección de la salud pública. La cloración prácticamente ha eliminado los microorganismos transmitidos por el agua en los países desarrollados. En los Estados Unidos, más de 98% de los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua potable usan cloro debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes importantes con las propiedades residuales duraderas que previenen un nuevo crecimiento microbiano.

La calidad del agua para consumo humano es ejercida por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, el proveedor a través de sus procedimientos garantiza el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento, y a través de prácticas de autocontrol, identifica fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua que provee.

El presente trabajo se estructuró de forma general en los siguientes Capítulos I: problema; Capítulo II: Marco Teórico; Capítulo III Metodología de la investigación; Capítulo IV Aspectos administrativo.

Los tesisistas

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos (Dirección General de Salud Ambiental , 2011)

El agua se contamina generalmente cuando se mezclan aguas servidas, productos químicos, basura y relaves mineros en los distintos causes de los ríos, bajo estas circunstancias es necesario optar por diversos métodos y procesos, a fin de poder desinfectar el agua, de tal manera que sea apto para el consumo humano. Los diversos procesos existentes para la desinfección del agua generalmente llevan consigo altos costos económicos, es por tal razón que es necesario siempre tratar de cuidar la calidad del agua desde su fuente inicial (manantiales, ojos de agua, cabeceras de cuenca) a fin de poder evitar altos costos sociales, ecológicos y económicos (Chulluncuy, 2011)

La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha generado que sean ideados procesos de tratamiento que garanticen su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas. Para garantizar la seguridad del agua potable los sistemas de desinfección del agua se aplican generalmente en una etapa final del tratamiento del agua (Dirección General de Salud Ambiental , 2011).

En el Perú, el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud” aprobado bajo D.S. N° 031-2010-SA, menciona que: “El agua para consumo humano debe estar exenta de bacterias coliformes como

Escherichia coli, virus, helmintos, quistes u o quistes de protozoarios patógenos, y en caso de bacterias heterotróficas debe tener menos de 500 UFC/ml a 35°C". (MINSA, 2010)

Para poder controlar la calidad del agua en las redes de distribución, usualmente se usa el cloro como un agente desinfectante (debido a que es un método de bajo costo y altamente efectivo); controlar la calidad del agua nos permite prevenir enfermedades como el polio, la tifoidea, la disentería y el cólera. (Tzatchkov & Alcocer, 2004)

Cuando el cloro entra en contacto con el agua se generan unas reacciones, produciendo de esta manera un decaimiento del cloro durante un periodo de tiempo, se dan especialmente dos tipos de reacciones; la principal reacción se da en el denominado seno del agua (es decir el cloro reacciona con el agua en la región céntrica de la tubería, definiéndose el coeficiente k_b), la segunda reacción se da en las paredes de la tubería (el cloro reacciona con el agua en las paredes de la tubería, definiéndose el coeficiente k_w). (Jimenez, 2013)

El sistema de agua potable en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica cuenta con los siguientes componentes, una captación, línea de conducción, reservorio y red de distribución. La desinfección es realizada con uno de los productos de la familia del cloro, que es el Hipoclorito de calcio ello se adquiere en forma de sólido granulado. El contenido de cloro activo es variable según su presentación, siendo la de 70 % una de las más comunes y utilizado por la JASS. En donde no cuentan con el sistema de cloración de ningún tipo.

Actualmente los encargados de suministrar la dosis de cloro al agua potable es la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, que presentan una diversidad de dificultades debido a las condiciones laborales, falta de equipos y materiales, así también la falta de capacitación sumado a ello los vacíos legales en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA relacionada a la dosis de cloro residual libre. Por lo cual se busca determinar la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por

goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga- Huancavelica”.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la dosis óptima de cloro en el sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga –Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es el valor de cloro residual libre a una dosis de 3500 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de cloro residual libre a una dosis de 4000 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica?
- ✓ ¿Cuál es el valor de cloro residual libre a una dosis de 5000 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar el cloro residual libre a una dosis de 3500 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.
- ✓ Determinar el cloro residual libre a una dosis de 4000 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.
- ✓ Determinar el cloro residual libre a una dosis de 5000 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Es de gran importancia observar el comportamiento del cloro residual libre en la red de distribución del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, puesto que dosificaciones bajas del cloro pueden causar la aparición de organismos contaminantes, mientras que dosificaciones altas pueden traer malestares en la salud del usuario quien consume dicha agua.

El Water CAD es un software de análisis y modelamiento para redes de distribución de agua potable, dentro de una de sus funciones permiten realizar el modelamiento de la calidad del agua, pues nos permite simular adecuadamente el movimiento y transformación de constituyentes (cloro) en la red de distribución (procesos biológicos, químicos y físicos) en un tiempo estático y extendido.

1.4.2. Justificación metodológica

En la presente investigación se empleará el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo, en donde se hará uso del método científico en la elaboración y ejecución del proyecto, de la misma forma se hará uso de técnicas e instrumentos debidamente validados y ampliamente utilizados en la investigación científica, es así que hará uso del comparador de cloro residual, el cual es un instrumento validado para medir el cloro residual libre en la red de distribución del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, de la misma forma se considerará el programa WATER CAD para la modelación de la concentración de cloro residual libre en las viviendas de dicho Centro Poblado en estudio. Además, se hará el uso de la estadística inferencial para poder brindar un análisis certero y así aceptar o rechazar la hipótesis alterna planteada en esta investigación, confiable y válido sobre los datos que recoja, finalmente la investigación hará uso de los software con uso frecuente en la investigación científica, siendo estos: el Software Excel v16 que será utilizado para la sistematización de los datos y el Software Estadístico SPSS v.23 el cual servirá para el análisis descriptivo e inferencial.

Para contrastar la hipótesis se realizará uso del estadístico paramétrico ANOVA con una prueba post hoc de Tukey, siempre en cuando cumpla homogeneidad mediante la prueba de Leven y normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilk, si no cumplen estos supuestos de varianza se aplicará la prueba no paramétrica denominada Krushcall Walins con una prueba post hoc de Dunnet.

1.4.3. Justificación práctica

La investigación se centra en la problemática basada en la concentración de cloro residual libre que se encuentre fuera los valores establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA.

En la red de distribución en la red de distribución del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, es así que los resultados que obtenga la investigación servirán para impulsar el desarrollo de proyectos que se enmarquen en mejorar la calidad de vida de las personas quienes son usuarios de dicha fuente hídrica, tratando de mantener las concentraciones adecuadas de cloro residual libre como lo establece dicha normativa.

En caso de que se encuentren concentraciones superiores o inferiores a como establece la norma, se determinara la dosis óptima el cual garantice en todos los grifos o piletas cloro residual libre dentro de los límites máximos permisibles.

Por lo que este trabajo de investigación tendrá un aporte a la sociedad con la finalidad de recibir un agua de calidad y de la misma forma a la JASS ya que se dará a conocer la dosificación exacta u óptima.

1.4.4. Justificación ambiental

Uno de los grandes problemas que enfrentamos hoy en día, es el consumo de agua no clorada es decir con contaminantes patógenos. El agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana.

Conociendo el riesgo que conlleva el consumir agua con un nulo, déficit o exceso de cloro en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, hecho que podría ser evidenciado en el desarrollo de la investigación, así también la prevención del brote de posibles enfermedades es un objetivo de la cloración; objetivo que se puede conseguir con un estricto control al momento de la dosificación el cloro.

Cabe mencionar que si la dosis de desinfectante ni siquiera ha cubierto la demanda de cloro del agua se presentan sustancias tóxicas como

cloraminas con elevado potencial cancerígeno. En el caso contrario, cuando exista un exceso de cloro, las molestias que se pueden apreciar inmediatamente es el desagradable olor y sabor del líquido; a más de presentarse un problema aún mayor que es la aparición de subproductos de la cloración formando sustancias cancerígenas principalmente trihalometanos.

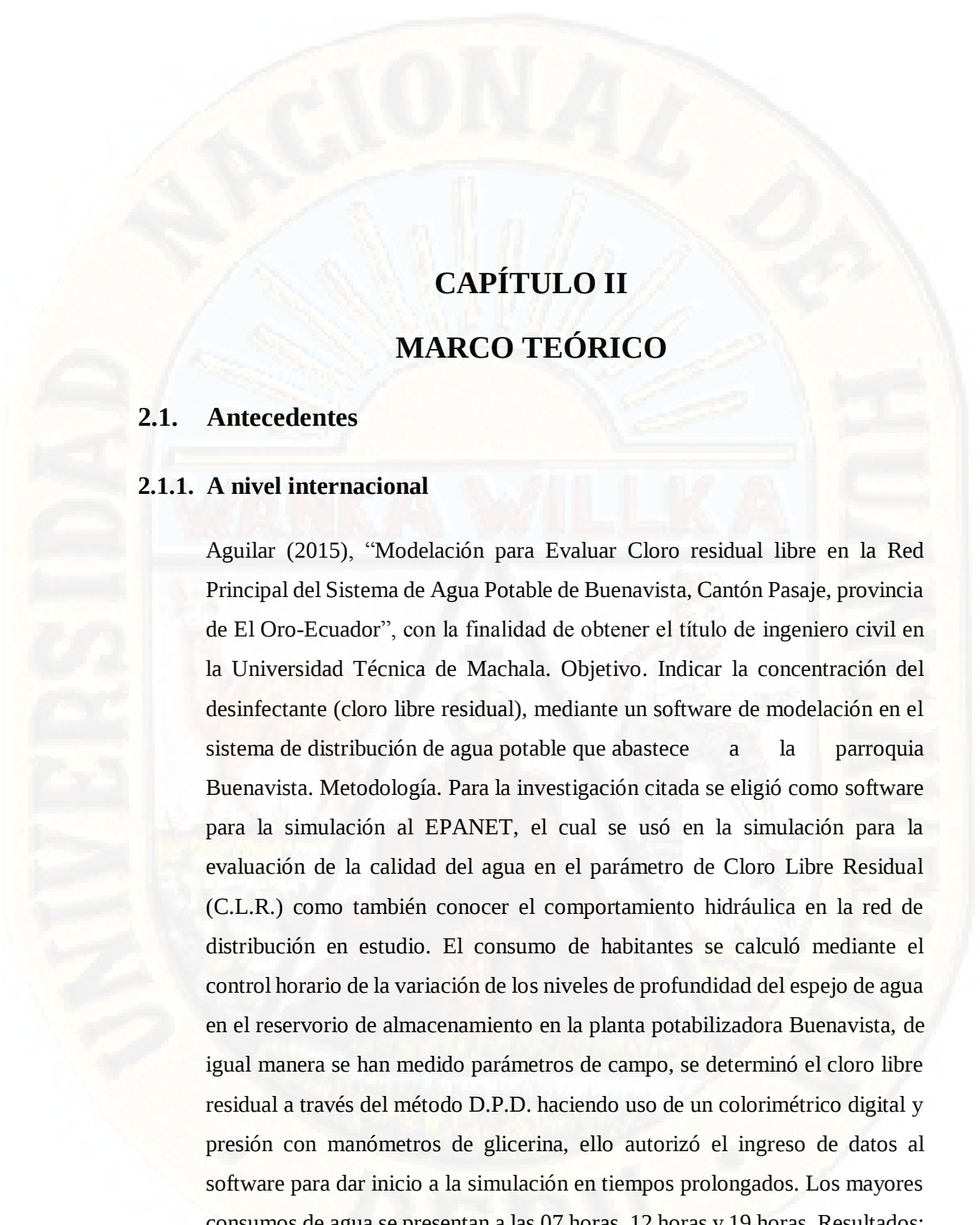
1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitaciones económicas

La presente investigación ha sido financiada por los mismos autores, a tal efecto los gastos que se han generado en la recolección y el adecuado procesamiento producido gastos elevados los cuales se han tratado de cubrir de la mejor manera, procurando en lo mayor posible no perjudicar el avance coherente de la presente investigación.

1.5.2. Limitaciones territoriales

Una de las limitaciones ha sido trasladarnos al lugar del proyecto, debido a que hay poca movilidad o tránsito hacia el Centro Poblado, por lo que nos vimos en la obligación de caminar hasta la fuente de agua para evaluar todos los componentes del sistema de agua potable.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Aguilar (2015), “Modelación para Evaluar Cloro residual libre en la Red Principal del Sistema de Agua Potable de Buenavista, Cantón Pasaje, provincia de El Oro-Ecuador”, con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Técnica de Machala. Objetivo. Indicar la concentración del desinfectante (cloro libre residual), mediante un software de modelación en el sistema de distribución de agua potable que abastece a la parroquia Buenavista. Metodología. Para la investigación citada se eligió como software para la simulación al EPANET, el cual se usó en la simulación para la evaluación de la calidad del agua en el parámetro de Cloro Libre Residual (C.L.R.) como también conocer el comportamiento hidráulica en la red de distribución en estudio. El consumo de habitantes se calculó mediante el control horario de la variación de los niveles de profundidad del espejo de agua en el reservorio de almacenamiento en la planta potabilizadora Buenavista, de igual manera se han medido parámetros de campo, se determinó el cloro libre residual a través del método D.P.D. haciendo uso de un colorimétrico digital y presión con manómetros de glicerina, ello autorizó el ingreso de datos al software para dar inicio a la simulación en tiempos prolongados. Los mayores consumos de agua se presentan a las 07 horas, 12 horas y 19 horas. Resultados: Se pudo observar que la disminución de la velocidad del agua en la tubería a causa de los bajos consumos por parte de la población a primeras horas de la

mañana, originaria la disminución en la concentración del (C.L.R.) a tal punto de estar por debajo a lo indicado en la normativa vigente, dichos mantienen igualdad con las lecturas de campo en las secciones de los nudos 10, 11, 12, 13 y 14 a las primeras horas del día, Conclusión. Al haber ingresado los respectivos datos al software EPANET y posterior al análisis de los resultados de la simulación, se indica que los bajos valores de velocidad del agua originada por el consumo a primeras horas del día por parte los habitantes, influye en la reducción de la concentración del cloro libre residual. Por su parte y según a las concentraciones registradas de cloro libre residual, se menciona que los habitantes de la parroquia Buenavista y La Victoria no consumen agua con (C.L.R.) según a los valores mínimos indicados en la normativa vigente.

En el artículo científico realizado por Vidal, Rosario; Martínez Fernando; Ayza (1994), “Aplicaciones de Los Modelos de calidad en la simulación de las redes de distribución de Agua Potable” publicado en la revista Ingeniería del Agua de la Universidad Politécnica de Valencia. Objetivo. En la investigación citada plantea como objetivo la revisión de las causas por la cual se deteriora la calidad del agua potable y realizar el repaso a los métodos de cálculo ya sea estático o dinámicos. Metodología. Se analizaron de manera profunda los aspectos relativos al cálculo sobre el origen de diferentes fuentes, mezclas de aguas que poseen diversas calidades, tiempo de retención del agua en la red y la difuminación de elementos y/o sustancias contaminantes, tanto lectivas como no reactivas; con el fin de simular el compartimento hidráulico de la red y el desarrollo d la calidad de agua se optó por usar el programa EPANET, ello aplicándose al caso de la ciudad de Valencia, donde se vino desarrollando un proyecto de tele gestión de la cloración en la red de distribución. Resultados: Mediante dos casos prácticos se ha buscado poner en práctica los métodos de análisis planteados por diversos autores con el fin de determinar la parte hidráulica y las causas que generan el deterioro de la calidad del agua durante su transporte a través de la red. De esta forma uno de los resultados obtenidos viene a ser: Si en el sistema de tratamiento de agua potable se aplica en la parte final el tratamiento con cloro, es un deber indispensable controlarlo de forma

minuciosa a través de su recorrido en la red de distribución, de cualquier forma siempre será necesario dedicar una especial atención a los reservorios en el momento del análisis de calidad del agua, ya que su ubicación tamaño, características constructivas y la forma de uso afectaran la seguridad y el estándar de la calidad del agua potable a consumir. Conclusión. Se verificó que a través de los modelos tradicionales a utilizar para el dimensionamiento de redes y los reservorios son elegidos teniendo como único criterio la demanda de consumo, lo cual conlleva a diferentes problemas a largo plazo, ya que podrían favorecer a tramos de la red con velocidades ínfimas, inversión de flujo, tiempo de viaje muy largos, entre otros.

Los investigadores, Tzatchkov, et al. (1996), quienes publicaron el siguiente artículo científico “Modelo de la calidad del agua en redes de distribución con flujo permanente.”, en la revista Ingeniería Hidráulica en México. Objetivo. Determinar una metodología con la cual se modele la calidad de agua en redes de distribución de flujo permanente. Metodología. Se presentó una metodología para la respectiva simulación de la calidad de agua potable en redes de distribución la cual se estructuró con modelos hidráulicos como también con un modelo fisicoquímico, se consideró concentraciones permanentes, flujos y redes con diferentes fuentes, presentándose los siguientes algoritmos en diversos casos: a) cálculo de la concentración en los nodos con sustancias no conservativas y conservativas; b) cálculo del aporte de cada fuente sobre el consumo en los nodos; c) tiempo mínimo de permanencia del agua en la red. Se propone una variante del algoritmo de Dijkstra del análisis combinatorio; d) tiempo máximo de residencia del agua en la red. Se propone una variante del algoritmo de Ford-Bellman del análisis combinatorio; e) tiempo promedio de residencia del agua. Resultados: Se recabaron tras el procesamiento de los datos en el programa Mocard los siguientes datos: Concentración, porcentaje de influencia de la fuente sobre el consumo en cada nodo, y tiempos de residencia mínima, promedio y máximo, este tipo de tablas se visualizará para cada una de las fuentes, a la vez este programa emitirá el modelo de la calidad del agua en redes de distribución. Conclusiones: La

presente investigación concluyo en que la calidad del agua potable varía dentro de la red de distribución posterior a su salida de la planta de potabilización. Y si se desea evaluar estos cambios es importante analizar estos cambios, es imprescindible calcular el tiempo de residencia, las concentraciones en los nodos y la contribución de las fuentes. El modelo que se ha propuesto en la investigación puede ejecutar los cálculos en redes grandes. Los algoritmos iterativos propuestos son eficientes y evitan la solución de sistemas de ecuaciones con gran número de incógnitas.

El investigador Hernández (2004), quien realizó “Calibración de Cloro residual libre en Sistemas de Distribución de Agua Potable”, cuyo trabajo se realizó para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Colombia. Objetivo. Determinar el comportamiento dentro de la Red de Distribución de Agua Potable. Metodología. Para lograr la modelación de cloro residual libre en la red de Distribución de agua potable, se debe tener dicho modelo hidráulico debidamente calibrado, para la presente investigación se usó el software H2OMAP mediante el cual se logró la respectiva calibración de toda la red de distribución; con la finalidad de realizar la calibración del cloro residual libre en la red de distribución se ejecutaron 148 muestreos estratégicamente, posterior ello se prosiguió a la calibración lo cual consiste en pruebas de ensayo y error, en el afán de determinar un parámetro denominado coeficiente de decaimiento del desinfectante con las paredes, KW (mg/l-día), lo cual represento la demanda de desinfectante residual por la película biológica, tubérculos y otros que van a adherir en las paredes de tuberías y estructuras de almacenamiento de la red de distribución. Resultados: Los resultados para el cloro residual libre después de su respectiva calibración, se percibe que se presentan mayores precisiones en los sectores que en la actualidad tienen un buen comportamiento hidráulico, a partir de la comparación entre los valores observados de cloro residual libre versus los valores simulados, es de las 11 a.m. del tercer día de la modelación hora 59:00; dicha hora viene a ser en la que el desinfectante ha llegado a todos los puntos del sistema, y por ende se estabilizó la presencia del cloro residual libre cabe

mencionar que el decaimiento de cloro residual libre se evidencia en los puntos más alejados del sitio de aplicación del desinfectante. Conclusiones: el decaimiento de cloro en las partes alejadas a la aplicación del desinfectante, esta situación es debido a la falta de protocolar al momento de variar la concentración de cloro, es decir la variación se realiza al azar; lo cual generaría la desprotección de la red de distribución. En los sectores que se han registrado valores de cloro residual libre menores a 0.2 mg/l, se estabilizan evidenciando valores por encima de lo mínimo según lo indicado en la normativa vigente lo cual viene a ser de forma permanente.

En la publicación científica desarrollada por Alcocer y Tzatchkov (2004), “Modelo de calidad del agua en redes de distribución”, dicha investigación se publicó en la revista Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Objetivo. Presentar el modelamiento de la claridad de agua potable en la Red de Distribución. Metodología. Como lugar de aplicación se eligió la zona norte de Culiacán, Sinaloa, México, que posee una población de 61500 habitantes, para dicho modelamiento se calculó la constante de primer orden de reacción del cloro con el agua $K_a = 0.0988$ horas y la reacción con la pared del tubo $K_p = 0.4140$ m/día para un diámetro igual a 16 pulgadas, y $K_p = 0.1509$ m/día para un diámetro de 10 pulgadas. Resultados: Para el caso de la ciudad de Culiacán los valores del coeficiente y modelo reflejan que de un 70.83% del total de los puntos se obtienen diferencias menores al 25 %. Los resultados que se recopilaron reflejan diferencias inferiores al 20 % de un total de 90% de los nodos. Conclusiones: El modelamiento de la calidad del agua planteado es capaz de definir la concentración de cloro en redes de mayor amplitud, dentro del modelo hidráulica se abarcó una calibración igual a 77 % aproximadamente, El sector en estudio evidenció diferencia de presión inferiores de 1 mca en la gran parte de los puntos. Por otra parte, en el submodelo propuesto de calidad de agua la constante de reacción del desinfectante (cloro) con el agua fue de $K_a = 0.09881$ horas.

En el artículo realizado por Tzatchkov y Alcocer (2004), “Decaimiento del cloro por reacción con el agua en redes de distribución”, dicha investigación

fue pública en la revista Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. **Objetivo.** Analizar el decaimiento del cloro por reacción con el agua en redes de distribución. **Metodología.** Se analizó la ecuación cinética en cuanto a la reacción del cloro residual libre con el agua, la cual se separa de la reacción con la pared de las tuberías, como base se recopilaron muestras en 64 puntos de la red de distribución de agua potable, se obtuvo que la ecuación cinéticas de primer orden no indica el decaimiento adecuado, y para reemplazarlo se propuso una ecuación cinética de orden mixto, la cual se encuentra caracterizada por dos parámetros K_1 y K_2 , y los valores de estos parámetros estarán determinados por la concentración al inicio de la reacción. **Resultados:** Los parámetros K_1 y K_2 se muestran en ecuaciones de regresión lo cual estará en términos de concentración inicial para los casos de agua superficial que se trata en la planta potabilizadora y el agua subterránea clorada, lo cual estará validada para el sitio de medición. Se demostró que el valor K_1 será positivo y disminuye ligeramente con el crecimiento de la concentración inicial, mientras que el K_2 es negativo para las concentraciones iniciales medianas y altas (mayores de 0.80 mg/l), y era positivo para las concentraciones iniciales menores. **Conclusiones:** La tasa de decaimiento del cloro es marcadamente más alta cuando la concentración inicial es baja. La ecuación cinética obtenida puede ser usada en modelos matemáticos de la calidad del agua en redes de distribución, calibrando los coeficientes K_1 y K_2 por mediciones de campo similares a las presentadas.

En el artículo realizado por Sánchez, Rodríguez, Escobar y Torres (2010), “Modelación del cloro residual libre y subproductos de la desinfección en un sector piloto del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Cali” y se publicó en la revista Ingeniería y Competitividad. **Objetivo.** Modelar el comportamiento del cloro residual libre y subproductos de la desinfección, para lo cual se eligió el sector piloto de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Cali. **Metodología.** La investigación abarcó alrededor de 7000 usuarios (30000 habitantes) los cuales se abastecían de agua originada por el río Cuca. **Resultados:** Esta forma de modelación viene a ser una herramienta

muy importante para realizar el seguimiento respectivo de la calidad del agua de consumo humano en la red de distribución a un mayor nivel de profundidad, a la vez se recabo que el 80% de cloro residual libre estuvo sobrepasando los 0.3 mg/l. Mientras que el subproducto de desinfectante vino a ser el cloroformo quien representó el 95% de los trihalometanos, quien tuvo valores de 80 ug/l en el 95 % de los puntos en la red de distribución. Conclusión. El comportamiento del desinfectante (cloro residual libre) y el subproducto de desinfección (cloroformo) se vio dañado por la edad del agua en la tubería de la red de distribución, la cual fue creciente cuando el sistema fue abastecido por el reservorio de almacenamiento.

En el trabajo de investigación presentado por Rodríguez (2012), título “Variabilidad Temporal De Cloro residual libre Y Presencia De Fe, Cu Y Mn En Una Red De Distribución De Agua Potable En Ciudad Del Carmen, Campeche” con la finalidad de optar el título de ingeniero químico en la Universidad Autónoma del Carmen. Objetivo. Indicar la calidad del agua potable en la Ciudad del Carmen. Metodología. Se realizó la estimación analítica de las concentraciones de cloro residual libre, Fe, Cu y Mn durante la temporada de lluvias y sequías, puesto que el fin fue analizar la variabilidad estacional de las concentraciones de dichos elementos ello a lo largo del sistema de distribución de agua potable, se realizaron 17 muestras directamente de tomas domiciliarias de colonias localizadas en el sector en estudio. Resultados: Las concentraciones que se registraron de cloro residual libre fueron de mayor variación ello en la época de sequía, y a pesar de que entre temporadas las variaciones no fueron significativas, en ciertos sitios puntuales las variaciones de niveles de cloro sobrepasaron los límites permisibles (0.2-1.00 mg/l). Conclusión. Las diferentes variaciones entre las colonias y temporadas, como también los valores mínimos y máximos registrados de cloro, ponen en evidencia la insuficiencia que se encuentra en los métodos de desinfección utilizados en la red de suministro de agua potable de Ciudad del Carmen.

En el trabajo de investigación realizado por Monteiro et al (2014), “Modelado de la descomposición del cloro en los sistemas de suministro de agua potable utilizando EPANET MSX” en la revista científica Science Direct. Objetivo. Se propuso desarrollar enfoques más complejos, a saber, un modelo de decaimiento de segundo orden paralelo de dos reactivos (modelo 2R). Metodología. El Software EPANET Multi-Species Extensión (EPANET MSX) presenta capacidades mejoradas para la simulación de residuos de cloro en el agua sistemas de suministro, incluido el uso del modelo 2R o cualquier otra formulación. En la investigación citada, se menciona que el rendimiento de la 2R tanto el modelo como la cinética de descomposición de primer y noveno orden se evaluaron para el modelado a gran escala de cloro en un sistema de transmisión. Resultados: se refleja que se puede lograr un nivel de precisión similar con los tres modelos cinéticos probados, siempre que se realiza la calibración del coeficiente de desintegración de la pared. Aunque con capacidades de modelado mejoradas, el uso de la versión independiente EPANET MSX era menos fácil de usar que la aplicación EPANET normal por la falta de una interfaz gráfica que permitiera. La visualización de los perfiles de concentración de cloro a lo largo del sistema. El uso de la aplicación web Java Epanet habilitada para 3D evitó tales limitaciones. Conclusión. El software junto con una mejor caracterización y estimación de la descomposición de la pared y el volumen. Los componentes permiten suministro de agua, al tiempo que aprovechan. Las capacidades mejoradas de EPANET MSX.

En el trabajo de investigación realizado por Kim, H; Kim, S; Koo, J. (2014). “Predicción de la concentración de cloro en diversas condiciones hidráulicas. Para un sistema de distribución de agua a escala piloto” en la revista científica Science Direct. Objetivo. Busca diseñar y fabricar un sistema de distribución de agua a escala piloto para explorar la relación entre las condiciones hidráulicas y la variación temporal en la concentración de cloro. Metodología. Varias condiciones hidráulicas fueron introducidas durante la operación, y se registraron variaciones temporales en la concentración de cloro. La existencia

de los modelos de cloro que se utilizan para los sistemas de distribución de agua se puede clasificar en tres grupos distintos. Una genética utilizó el algoritmo para calibrar los parámetros de los diversos modelos y sistemas hidráulicos. Análisis de regresión bajo las condiciones turbulentas indicaron que los parámetros ajustados de varios modelos de cloro se correlacionaron significativamente con los números de Reynolds. Resultados: El espacio de parámetros de varios modelos de descomposición de cloro se configuró junto con la condición hidráulica y los parámetros se modelaron bajo diversas condiciones de flujo. Validación del cloro. Los modelos de decaimiento bajo condiciones de flujo turbulento (números de Reynolds de 15,000-40,000) mostraron un buen acuerdo con las observaciones experimentales obtenidas del sistema de la planta piloto. Conclusiones: Este estudio exploró la relación entre los parámetros de los modelos de descomposición del cloro y las condiciones hidráulicas en un sistema de distribución de agua. Se construyó un sistema de tuberías a escala piloto para una evaluación experimental de descomposición del cloro. Dependiendo de los números de Reynolds bajo varias condiciones de flujo constante, 4 a 7 días de monitoreo La circulación del agua proporcionó la serie temporal para la variación del cloro.

El trabajo de investigación realizado por Vera (2015), “Modelación del comportamiento hidráulica y calidad del agua en la red de Distribución del Sistema de AAPP de la Parroquia Torata, Cantón Santa Rosa, provincia de El Oro” elaborada con el fin de obtener el título de ingeniero civil de la Universidad Técnica de Machala Objetivo. Modelar el comportamiento hidráulico, así como también la calidad del agua en el sistema de distribución de agua potable en la parroquia Torata perteneciente al cantón Santa Rosa. Metodología. Tuvo un enfoque cuantitativa y cualitativa, referido a la calidad del agua respecto a la concentración de cloro residual libre y comportamiento hidráulico en las redes de distribución en la parroquia Torata. Se realizó ubicación de tuberías, catastro de red, mediante el software de simulación de logra representar las presiones en cada nodo de la red de distribución, aparte de simular las concentraciones de cloro residual libre y su respectivo decaimiento

a lo largo de su recorrido por la red de distribución. Resultados: Se registraron presiones mínimas en los puntos elevados de la red de distribución, a su vez también mínimas concentraciones de cloro residual libre en las partes alejadas de la red de distribución. Los resultados demuestran que este tipo de modelación es una valiosa herramienta de trabajo para realizar el seguimiento de la calidad del agua en la red de distribución. Conclusiones: La concentración de cloro en los nudos A-12, A-29, B-27 y C-9 se encuentra por debajo de las normas establecidas, siendo estas las partes más alejadas de la red. Se pierde cloro por el largo recorrido del agua en la red. Las presiones en su mayoría se encuentran dentro de los rangos establecidos en las normas de diseño, excepto en el nudo A-7, que por la topografía del terreno se encuentra en una parte alta de la población, difícil de corregir.

El trabajo de investigación desarrollado por Baños (2016), la cual titula “Modelamiento Hidráulico y Simulación de la Calidad del Agua en una Red de Abastecimiento Municipal: Implementación y Validación del Método en el Municipio de Alcantarilla”, elaborada con el fin de obtener el grado de master universitario en ingeniería de caminos, canales y puertos de la Universidad Politécnica de Cartagena. Objetivo. Elaboración y proposición de una metodología que defina el proceso a seguir para la obtención de un modelo de calidad de una red de abastecimiento de agua municipal mediante el programa EPANET, probando su eficacia y validación en una red de abastecimiento real. Metodología: Se encuentra enfocado a la simulación de la calidad del cloro como elemento desinfectante en las redes de abastecimiento, así como su propagación y variación a lo largo de estas. No obstante, el método es válido para cualquier sustancia fisicoquímica presente en el agua. Se modela y calibra en primer lugar el sistema de ecuaciones hidráulico para luego definir el modelo de reacción y propagación del cloro en la misma, calibrándolo mediante el ajuste de los coeficientes de reacción de la sustancia tanto en el seno del agua (K_b) como en la pared de la tubería (K_w). Finalmente, con el modelo de calidad calibrado, se proponen una serie de aplicaciones prácticas que pueden realizarse a partir de éste mediante simulaciones, ya sean

escenarios reales o ficticios, para prever el funcionamiento y los resultados obtenidos. Resultados: El sistema de red de agua potable se encuentra compuesta por 162 km de red y 24 sectores hidráulicos diferentes, los cuales son abastecidos a través de tres depósitos de regulación. Se obtuvieron diversos parámetros hidráulicos producto de la simulación del comportamiento hidráulico de la red del municipio de Alcantarilla, diferenciándose el casco urbano por un lado y el polígono industrial por otro. Conclusiones: El método propuesto es global, sería interesante realizar la aplicación práctica del mismo en otros municipios o ciudades, donde se puedan obtener otro tipo de resultados o circunstancias distintas a la hora de poder modelizar y calibrar el comportamiento del cloro en la red. Pudiendo verificar o invalidar la eficacia del proceso propuesto en este TFM, aportando experiencia y nuevos ejemplos aplicados a redes de distribución reales y ayudando a desarrollar los procesos que definen el modelo de calidad de este tipo de redes.:

El trabajo de investigación realizado por Guanuchi y Ordoñez (2017), “Evaluación del Cloro residual libre en la Red de Distribución de Agua Potable del Cantón Azogues a través de un Modelo Experimental”, elaborado con el fin de obtener el título de ingeniero ambiental de la Universidad de Cuenca. Objetivo. Realizar un modelo en EPANET para simular la calidad del agua de un sector del sistema de suministro de agua potable en la ciudad de Azogues. Metodología: El parámetro de calidad del agua simulada fue el cloro residual libre. Se realizaron campañas de determinación de las características hidráulicas (caudal y presión) y de las concentraciones de cloro residual libre en puntos característicos de la red. Los modelos hidráulicos y de calidad realizados en EPANET fueron calibrados y validados para la previsión de los perfiles de presión y cloro residual libre. Resultados: Se obtuvieron en las simulaciones muy cercanos a los medidos en el campo en los diferentes puntos muestreados, demostrando que este tipo de modelación es una valiosa herramienta que permite realizar el seguimiento de la calidad del agua en cada punto de la red de distribución. Se identificaron 15 puntos estratégicos en base a los intervalos de concentraciones observados para las mediciones de cloro

residual libre in-situ. Conclusión. Producto de la simulación de calidad proporcionó una correlación entre los valores de cloro observados in-situ y calculados en el EPANET de 0.961, ultimando que el modelo de calidad simulado representa el comportamiento de decaimiento de cloro en la red de distribución.

2.1.2. A nivel nacional

El trabajo de investigación realizado por Inca, Heyner (2018), “Modelamiento y Simulación de la Concentración de Cloro residual libre en la Red de Agua del Caserío de Pueblo Nuevo – Santiago de Chuco”, elaborado con el fin de optar el título profesional de ingeniero ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo. Objetivo. Hacer uso del software Water Cad para modelar y simular la concentración de cloro residual libre (mg/l) a lo largo de la red de distribución de agua del mencionado caserío, a la vez calcular a partir del modelo calibrado la dosificación óptima para que la desinfección del gua sea eficaz en toda la red. Metodología. Se realizaron medidas en campo y la simulación, luego se procedió a comparar los resultados y a ajustar los coeficientes de reacción hasta encontrar que las concentraciones simuladas y las medidas en campo sean aproximadas (sin variaciones significativas). Resultados: Se determinó posterior a la simulación que la contracción de cloro residual libre en toda la red no cumple con lo exigido en la normatividad peruana, a tal efecto se procedió a calcular la dosis óptima en el reservorio para que pueda cumplir con lo exigido en la normativa mencionada. Conclusión. Se demostró que la modelación y la simulación vienen a ser importantes herramientas para tener un control adecuado de la calidad del agua en las redes de distribución.

El trabajo de investigación realizado por García (2019), “Modelo De Decaimiento De Cloro Libre En La Red De Distribución De Agua Potable En la ciudad De Azogues, Ecuador”, elaborado con el fin de optar el grado de doctor en ingeniería y ciencias ambientales de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Objetivo. Indicar un modelo de decaimiento de cloro residual libre

en una RDAP usando EPANET y la relación del cloro libre en la corrosión. Metodología. Para la modelación del cloro libre fue necesario elaborar un modelo hidráulico perfectamente calibrado y validado, así como determinar la constante de reacción del cloro con el agua k_b , mediante el test de botella; mientras la constante de reacción con la pared del tubo k_w fue calculada a partir de mediciones de campo. Para estimar la corrosión de las tuberías de cobre se utilizaron cupones extraíbles contruidos con material de la misma tubería usada por la EMAPAL. Estos cupones fueron instalados en agua a diferentes concentraciones de cloro durante 30, 60, 90 y 180 días, luego de lo cual se determinó la tasa de corrosión por pérdida de peso. Las concentraciones de cloro residual libre simuladas por el modelo fueron muy cercanas a las concentraciones reales medidas en diferentes puntos de la RDAP. Resultados: Los resultados generados evidencian que se puede lograr un mayor nivel de precisión usando coeficientes k_b y k_w calculados experimentalmente en cada RDAP en estudio. Se determinó que el cloro influye en la corrosión de tuberías de cobre. Conclusiones: La simulación permitió determinar las concentraciones de cloro que debe mantenerse en el tanque de distribución, para mantener la mínima concentración en la RDAP de la ciudad de Azogues, los modelos predicen la calidad del agua, pudiéndose usar como una herramienta de gestión para optimizar la calidad del servicio proporcionada por las empresas operadoras.

El trabajo de investigación realizado por Horna DE. (2014), “Optimización del consumo de cloro en la potabilización el agua, haciendo uso del método del nivel estático en el reservorio del sistema de agua potable rural del caserío el Tambo - distrito de José Gálvez, Cajamarca-2014” elaborado con el fin de optar el grado de ingeniero sanitario, en donde el objetivo principal fue determinar el ahorro de consumo de cantidad de cloro en la potabilización del agua mediante el uso del método de nivel estático en el reservorio con la finalidad de garantizar un servicio más eficiente a un menor costo de tratamiento. Metodología. Fue analizar el consumo de cantidad de cloro en el reservorio del sistema de agua del caserío el Tambo – distrito de José Gálvez, Cajamarca

– 2014. Resultados. Se encontró un trabajo muy útil del nivel estático, ya que una vez el tanque tiende a llenar a su nivel máximo de altura, el agua que ingresa es evacuado directamente por el nivel estático y de esa forma se pudo observar que se mantenía el agua clorada. Conclusiones: En la potabilización del agua realizado en el reservorio del sistema de agua potable rural el Tambo, sin hacer uso del nivel estático se registra en cada recarga de solución madre realizada cada 7 días un consumo de 176.15 g. de hipoclorito de calcio al 70 %. En la potabilización del agua realizado en el reservorio del sistema de agua potable rural el Tambo, haciendo uso del nivel estático se registra en cada recarga de solución madre realizada cada 7 días un consumo de 160 g. de hipoclorito de calcio al 70%. En el proceso de cloración para la potabilización del agua realizado en el reservorio del sistema de agua potable rural el Tambo, se produce un ahorro sustancial del 10,09 % de hipoclorito de calcio al 70%, esto debido a la implementación del control del nivel estático en el reservorio, controlando así los flujos de rebose.

Mantilla CA. (2014), en su informe “Evaluación de la concentración de cloro en agua de consumo humano en Cajamarca-Perú” el objetivo: Fue evaluar la concentración de la aplicación del cloro como desinfectante en el tratamiento de agua de consumo humano y su importancia, a través de los resultados obtenidos en los monitores de calidad de agua en la ciudad de Cajamarca y el sustento experimental de sus antecedentes. La metodología utilizada fue analizar los niveles de concentración de cloro en 27 puntos de monitoreo de agua potable en la ciudad de Cajamarca, este parámetro fue evaluado en la salida de los reservorios y redes de distribución de la EPS SEDACAJ S.A. Resultados: Se encontró una concentración superior al valor que establece el DS-031-MINSA cuyo máximo valor fue 0.57 es decir 5.57mg/l respecto a la concentración de cloro durante los meses de mayo, junio y julio del presente año. Conclusión: Es que los resultados obtenidos indican que el agua para consumo humano, en la ciudad de Cajamarca, tiene un notable exceso en la concentración de cloro residual libre, lo cual puede generar impacto en el ambiente y la salud de los consumidores.

2.1.3. A nivel local

El trabajo de investigación realizado por Pérez y Ramos (2018), “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” elaborado con el fin de optar el grado de ingeniero ambiental y sanitaria, en donde el objetivo: evaluar la concentración de la dosis de cloro presente en el reservorio suministrada por la Junta administradora de Servicio de Saneamiento (JASS Puyhúan Grande) y el cloro residual libre presente en las redes de distribución domiciliarias, comparando con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA en el sector de Puyhúan Grande. Metodología: Enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y método inductivo deductivo y la población estuvo conformada por 200 viviendas, del cual se sacó una muestra de 132 viviendas las cuales fueron seleccionadas por un muestreo probabilístico. Resultados: demuestran que la dosificación no es correcta para el volumen de ingreso de agua al reservorio, dado que el cloro libre residual en el reservorio es mínimo 0.4 mg/l y máximo 0.5 mg/l, y en las redes de distribución el mínimo es 0 mg/l y el máximo encontrado fue 0.39 mg/l, con ello se concluye que no se cumple con lo recomendado por el reglamento de calidad de agua de consumo humano. Conclusiones: En las comparaciones realizadas de dosis de cloro y cloro residual libre con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA se concluye que existe un incumplimiento del reglamento antes mencionado pues no se llega a lo establecido en ello respecto al cloro residual libre (el 90% de muestras ≥ 0.5 mg/l y el 10% de muestras restante ≥ 0.3 mg/l). Nuestros resultados indican que el 90 % de muestras son menores a 0.5 mg/l y el 10% restante en 3 quincenas superan a 0.3 mg/l a excepción de la segunda quincena, en tal sentido se obtuvo la hipótesis alterna, diversos factores son influyentes en este resultado, como la falta de capacitación al personal técnico operador, falta de presupuesto, el descuido por parte de los miembros de la (JASS), falta de interés y no hay trabajo conjunto.

El trabajo presentado por Huillcas y Taipe (2019), “Cloro residual libre en agua potable y los casos de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) en niños menores de 5 años en el área del distrito de Yauli” elaborado con el fin de optar el grado de ingeniero ambiental y sanitario, en donde el objetivo: Evaluar la relación entre el cloro residual libre en agua potable según sistema de abastecimiento y los casos de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) en niños menores de 5 años en el área urbana del distrito de Yauli, durante los meses de octubre del 2018 a marzo del 2019. Metodología: Enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y método inferencial deductivo y la población estuvo conformada por 968 viviendas, divididas en 7 sectores, del cual se sacó una muestra de 32 viviendas las cuales fueron seleccionadas por un muestreo no probabilístico. Resultados: El cloro residual libre en los sistemas de abastecimiento de agua potable en el área urbana del distrito de Yauli fue de a 0.40 de lo cual podemos decir que no cumple con el reglamento de calidad del agua para consumo humano (D.S. 031-2010-SA), los resultados indican que las EDAs en niños menores de 5 años presentaron un total de 54 casos en el área urbana del distrito Yauli, del cual se obtuvo: los meses de octubre 18.50 %, noviembre 5.60 %, diciembre 14.80 %, enero 24.10 %, febrero 14.8 %, marzo 22.20 % siendo enero, marzo y octubre meses de mayor prevalencia de EDAs, así también el grupo etario de 1 a 4 años presentaron un total de 29 casos equivalente a 53.3 %. Conclusión: Los casos de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) en niños menores de 5 años presentaron un total de 54 casos, de los cuales 22 y 32 en el sistema de agua potable N° 1 y N° 2 respectivamente.

El trabajo presentado por Landeo (2018), “Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales” elaborado con el fin de optar el grado de ingeniero civil en donde el objetivo: 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. Metodología: El tipo de investigación será aplicada, nivel correlacional, método descriptivo y la población estuvo conformada por los sistemas de abastecimiento de agua potable de los Centros Poblados de las

zonas rurales del departamento de Huancavelica, del cual se sacó una muestra al sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Lirpancca, el muestreo fue no probabilístico. Resultados: El 99% de los resultados de cloro residual en el inicio de la red estarán en el intervalo de (0.64 mg/l; 0.92 mg/l); además de esta información el 0.5% estará debajo de 0.64 mg/l., y 0.5% arriba de 0.92 mg/l. El 99% de los resultados de cloro residual en la mitad de la red estarán en el intervalo de (0.58 mg/l; 0.92 mg/l); además de esta información el 0.5% estará debajo de 0.58 mg/l., y 0.5% arriba de 0.92 mg/l. Conclusión: El 99% de los resultados de cloro residual en la mitad de la red estarán en el intervalo de (0.48 mg/l; 0.82 mg/l).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teoría de Tales de Mileto

Menciona que el agua viene a ser el principio de todas las cosas, el primer elemento. Todo es agua. Esa era la base de las teorías de filósofo.

Tales fue el pionero en plantear la última naturaleza del mundo, entendida fundamentalmente sobre la base de un primer y último elemento: el agua. Para dicho filósofo el agua representaba al elemento como el primero de todas las cosas que existen, la que dio el inicio del universo, una idea que los griegos llamaban arjé (del griego ἀρχή, fuente, principio u origen).

Tal indicaba que la Tierra sobre la que se habita viene a ser idealizada como una especie de isla que «flota» sobre el agua de manera semejante a un leño y es a causa de ello que la Tierra ciertas ocasiones tiembla. Al no estar sujeta sobre ciertas bases fijas si no que, como está flotando sobre el agua, ésta la hace tambalearse.

Fuente (2012), menciona en relación a lo mencionado por Herschel en cuanto al origen de la Tierra que toda el agua que hay en nuestro planeta se formó en la más tierna infancia de la Tierra, hace unos 2500 millones de años. En la actualidad el agua puede cambiar de fase como cuando se evapora de los

océanos, o de sitio con los cambios climáticos, pero la cantidad total permanece prácticamente constante.

Fuente (2012), menciona que hay diversas teorías sobre cómo se formaron los océanos, aunque ninguna de ellas da una explicación totalmente satisfactoria. En los discos proto-planetarios hay agua en estado sólido y gaseoso. El agua de los océanos podría provenir de la mezcla de rocas y gases a partir de la cual se formó la Tierra. Pero las teorías de formación de planetas predicen que la mayor parte del agua escaparía al espacio en los primeros millones de años de vida del planeta cuando la Tierra era menos masiva de lo que es hoy en día. La temperatura del planeta en ese momento era tan alta que toda el agua estaba en estado gaseoso y dado que la Tierra era muy poco masiva, su gravedad no era suficiente para retener las moléculas de vapor de agua en su atmósfera, que escaparían al espacio. Unos 20 o 30 millones de años después de su formación, la Tierra sufrió el impacto de un gran meteorito que le desgajó un trozo, la Luna. Algunos investigadores piensan que en ese impacto pudo formarse, además de la Luna, gran parte del agua. Otra de la teoría más aceptada propone que el agua podría provenir del impacto de cometas recubiertos de hielo en la joven Tierra.

2.2.2. Teoría de las externalidades y peculiaridades económicas de los servicios de agua potable y saneamiento

Las externalidades y las peculiaridades económicas de los servicios de agua potable y saneamiento

Los principios básicos de la libre movilidad de los factores y de la existencia de un mercado donde reina la competencia libre operan muy limitada y restringidamente en el caso de los servicios colectivos domiciliarios. En la esfera de la producción existen condiciones propicias para la formación de monopolios; en la distribución se dan condiciones colectivas de consumo de los soportes físicos necesarios para garantizarla; en el plano del consumo se presentan condiciones específicas que limitan la operación del precio como mecanismo de racionamiento, como herramienta de exclusión; en el campo de

la regulación económica general y de los principios de asignación de recursos la formación del precio del agua no corresponde con su verdadero valor social. (Muñoz & Balarezo, 1992)

a) Las particularidades de la función de oferta del servicio de agua potable

El agua es un recurso natural renovable pero agotable. Por tanto, sus fuentes de provisión son escasas y su capacidad de renovación natural es limitada. La tecnología existente no ha conseguido producir agua, se ha limitado a mejorar los sistemas de explotación, almacenamiento e incluso reciclaje. Se trata entonces de un recurso difícilmente reproducible y por tanto monopolizable. Adicionalmente, su transporte es muy costoso debido a su alta relación peso/volumen y a la inexistencia, por lo pronto, de sistemas de evaporación licuefacción que permitieran abaratar su movilización. Así, la distancia opera como un factor de fricción al movimiento del recurso con significativas repercusiones sobre su costo de provisión. En lo que a la tecnología respecta, las condiciones de provisión de agua muestran economías de escala considerables, inductoras de la formación de monopolios. Las tecnologías hasta ahora desarrolladas otorgan ventajas a los productores de grandes volúmenes y tienden a excluir los operadores pequeños. (Muñoz & Balarezo, 1992)

b) Las particularidades económicas de la distribución y del consumo de agua potable

El bien agua potable posee las características de rivalidad y exclusividad exigidas para la operación del mercado competitivo. Sin embargo, algunos de los componentes fundamentales para la operación del servicio no las poseen y distorsionan su funcionamiento. Además, el consumo de agua y el manejo de los desechos líquidos presentan externalidades generadoras de una significativa brecha entre su precio de mercado y sus costos sociales (Muñoz & Balarezo, 1992).

El agua potable producida y disponible en el domicilio es un bien privado puro. Es claramente divisible pues el consumo de un litro deteriora, anula en este caso, las posibilidades de consumo de ese mismo litro por parte de otras personas. También es exclusiva porque si el consumidor no paga la factura correspondiente el productor puede cortar el suministro a bajo costo. En contraste, la red de distribución es un bien público impuro. Es indivisible pero congestionable, pues el paso de un litro de agua por la tubería no deteriora su capacidad de soportar el paso de otro litro de agua mientras no se sobrepase el caudal máximo para el cual está diseñada. La exclusión es posible y, en determinadas condiciones técnicas y sociales, se puede ejercer a un costo razonable. (Muñoz & Balarezo, 1992).

2.2.3. Teoría de la desinfección del agua

La desinfección de los sistemas de abastecimiento de agua potable, se lleva a cabo en todos los casos por medio de los compuestos de cloro. Su potencial para eliminar microorganismos patógenos, para que así pueda mantener una concentración en la red de distribución, así como su disponibilidad y costo razonable en la mayoría de regiones del mundo, lo que los hace los adecuados para la desinfección. (Cáceres, 1971).

Actualmente la única opción viable a cambio de la cloración para la desinfección de los suministros de agua comunales, es la ozonización, la cual se utiliza más en los países europeos. Pero su uso no es recomendable para regiones en desarrollo, esto porque presenta altos costos de instalación, operación y mantenimiento, requiere un suministro continuo de energía, los repuestos también tienen un costo elevado. (Cáceres, 1971)

2.2.4. Teoría del índice de calidad del agua

El estudio de la medición del índice de la calidad del agua ha sido objeto de diversas discusiones en relación a su aplicación para el control del recurso hídrico a nivel mundial. A tal efecto, múltiples países han realizado indagaciones e indicadores que tienden a ser aplicados teniendo los propios

criterios para ser evaluados, y por lo cual la respectiva aplicación deba corresponder debidamente a sus requerimientos y necesidades.

(Hernández et al. 2016).

La evolución de los indicadores respecto a la calidad y contaminación buscan por finalidad el hecho de valorar la calidad del agua. La definición de un indicador de calidad o contaminación está sujeto a la comparación de la concentración de contaminantes los cuales estarán relacionados con estándares ambientales, de tal forma el índice refleja el número, la frecuencia y la magnitud mediante el cual, el estándar ambiental para un grupo de variables específicas es o no alcanzado en un periodo determinado (Yáñez 2018).

- ✓ Índice de Calidad de Agua para los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú ICA-PE.- En el Perú la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el marco de sus funciones, presentó mediante Resolución Jefatural N° 068 - 2018-ANA aprobó la Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua para los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú ICA-PE, ello como una herramienta que tiene el fin principal la valoración simplificada de la calidad del agua, y que ello aportara a un mejor conocimiento de la gestión de calidad de los recursos hídricos. Los parámetros empleados vienen a ser: Oxígeno disuelto, clorofila A, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes Termotolerantes (Fecales), Huevos y Larvas de Helminthos, Arsénico, Mercurio, Plomo, Cadmio, Cromo, Cobre, Cobre, Hierro, Manganeseo, Aluminio, Boro, Boro, Solidos suspendidos totales, Fósforo, Amoniacal, Nitrógeno Total, Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH); los parámetros de evaluación por consecuencia deberán ser usados por cada ECA- Agua según la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino costeros”, esta metodología está basado en el ICA Canadiense ampliamente usada.

En ese sentido, los ICA's conforman un instrumento principal debido a que permiten emitir la información de forma simplificada de la calidad del recurso hídrico en relación a las autoridades competentes y al público en general; a la vez identifica y compara las condiciones de calidad del agua

y sus posibles tendencias en el espacio y el tiempo. Viniendo a ser la valoración de la calidad del agua en una escala de 0 - 100, donde 0 (cero) viene a representar aguas de mala calidad y 100 corresponde a una calidad excelente. Por lo expuesto, este índice ha poseído un uso generalizado desde su creación y es utilizado por una cantidad considerable de países. Múltiples índices han sido desarrollados y empleados en diferentes investigaciones para realizar la clasificación de las aguas para disímiles usos, cada uno de ellos posee propiedades y características y que generalmente logran buenos resultados en las zonas en que se recopilaron. (MINAGRI-DCERH 2018).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Calidad del agua

El término calidad del agua es referencial, lo cual indica la composición del agua en la cantidad en qué será afectada por la cantidad y/o concentración de sustancias originadas por los diferentes procesos naturales y actividades antrópica. Como tal, viene a ser un término neutral que no va a estar clasificado como bueno o malo sin referirse a la utilización del uso de agua destinada. Conforme a lo antes, tanto los puntos de vista como los estándares y objetivos de calidad de agua cambian dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc. (Quino y Quintanilla 2013).

La calidad del agua se comprende como la condición del agua en relación a la ausencia o presencia de su contaminación, implica las acciones de cuantificación y monitoreo (Universidad Nacional de Pamplona 2010). En términos generales, la calidad del agua se calcula con la comparación de las características físicas y químicas de una muestra de agua en base a directrices de calidad del agua o estándares (ONU 2014).

2.3.2. Sistema de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia. Uno de los puntos principales de este capítulo, es entender el término potable. El agua potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica la cantidad de sales minerales disueltas que debe contener el agua para adquirir la calidad de potable.

Sin embargo, una definición aceptada generalmente es aquella que dice que el agua potable es toda la que es apta para consumo humano, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida. La contaminación del agua ocasionada por aguas residuales municipales, es la principal causa de enfermedades de tipo hídrico por los virus, bacterias y otros agentes biológicos que contienen las heces fecales (excretas), sobre todo si son de seres enfermos. Por tal motivo es indispensable conocer la calidad del agua que se piense utilizar para el abastecimiento a una población. (Jimenez, 2013, pág. 16).

2.3.2.1. Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento

El sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento es un conjunto de estructuras para llevar el agua a la población mediante conexiones domiciliarias. Consta de diferentes procesos físicos y químicos necesarios para hacer posible que el agua sea apta para el consumo humano, reduciendo y eliminando bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor, etc. (Aguero, 1989, pág. 92).

Se dice sistema por gravedad porque el agua cae por su propio peso, desde la captación al reservorio y de allí a las conexiones domiciliarias (Aguero, 1989, pág. 92).

2.3.2.2. Componentes del sistema de agua

- **Captación.** - Es una estructura de concreto que permite la recepción del agua de un manantial de ladera, río, riachuelo, lago o laguna. La calidad del agua de las fuentes superficiales, por lo general, no son las adecuadas para el consumo humano, por lo que se requiere que se le dé un tratamiento y desinfección previo a su consumo. (Aguero, 1989, pág. 93).

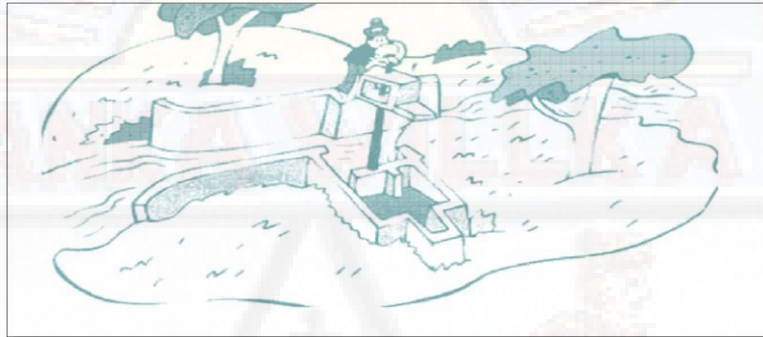


Figura 1 Infraestructura de la Captación

Fuente: Imagen extraída del Manual 8: Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento

- **Reservorio.** - Es una estructura de concreto que permite la recepción del agua que llega desde la captación, luego será distribuido a la población.
- **Redes de distribución.** - Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que se instalan para conducir el agua desde el reservorio hasta las tomas domiciliarias o piletas públicas (Aguero, 1989, pág. 101).
- **Válvula de control.** - Se coloca en la red de distribución, sirve para regular el caudal del agua por sectores y para realizar la labor de mantenimiento y reparación (Aguero, 1989, pág. 101).
- **Válvula de paso.** - Sirve para controlar o regular la entrada del agua al domicilio y para el mantenimiento y reparación (Aguero, 1989, pág. 101).

- **Válvula de purga.** - Se coloca en los puntos más bajos del terreno que sigue la línea de conducción. Sirve para eliminar el barro o arenilla que se acumula en el tramo de la tubería (Aguero, 1989, pág. 101).
- **Conexión domiciliaria y/o pileta pública.**- Son tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda, para que las familias puedan utilizarla en la preparación de sus alimentos e higiene (Aguero, 1989, pág. 102).

La conexión consta de las siguientes partes: (Aguero, 1989, pág. 102)

- Elemento de toma. Que puede constar de una te o una abrazadera.
- Elemento de conducción. Que va desde la toma hasta la vivienda.
- Elemento de control. Constituido por una válvula de compuerta o de paso a la entrada de la vivienda.
- Conexión al interior. Es la distribución interna de la vivienda.

2.3.3. Cloración

La cloración consiste en la adición de cloro al agua con los siguientes objetivos:

- ✓ Desinfectarla.
- ✓ Controlar olores y sabores (remoción de amonio y sus compuestos y otros compuestos nitrogenados).
- ✓ Remover color.
- ✓ Remover hierro y manganeso (compuestos orgánicos y oxidables).
- ✓ Prevenir el crecimiento de algas y microorganismos (Canepa, CEPIS, & OPS, 2006, pág. 93).
- ✓ Demanda de cloro: Es la diferencia entre la cantidad de cloro aplicado al agua y el cloro residual libre disponible al final de un periodo de contacto especificado; es decir que es la cantidad de cloro necesaria para oxidar la materia orgánica en el agua. Es un parámetro de expresión de la calidad del agua (Canepa, CEPIS, & OPS, 2006, pág. 93).

- ✓ Dosis de cloro: En el tratamiento de agua para el consumo humano, la dosis de cloro es la cantidad de cloro que se debe agregar a un volumen de agua para garantizar la destrucción de los microorganismos que pueden estar presentes (Canepa, CEPIS, & OPS, 2006, pág. 93).

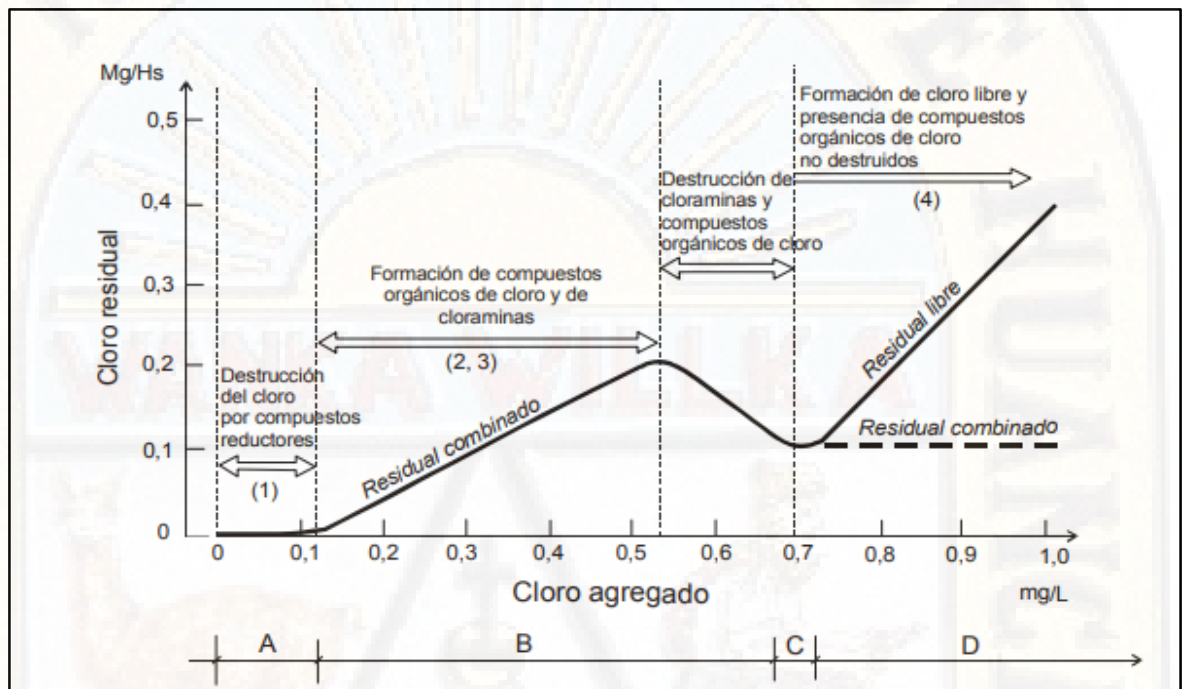


Figura 2 Curva de absorción de cloro

Fuente: Ilustración extraída del Manual de Operación de plantas convencionales y de tecnología apropiada – CEPIS, OPS Sistemas de cloración

- **Cilindros**

Los cilindros de cloro son de acero especial y de varios tamaños. Los más frecuentes son: (Canepa, CEPIS, & OPS, 2006, pág. 95).

- cilindro de 100 y 150 lb (ver figura 2-94);
- cilindro de 1 ton (ver figura 2-95);
- cilindro-tanque de 15–17 toneladas.

- **Líneas de conexión**

- Líneas de conexión de cloro gaseoso la conexión al cilindro se hace por medio de una válvula auxiliar con empaquetadura de plomo, seguida por una conexión flexible de 3/16" y diámetro externo de longitud generalmente de 4". Esta tubería se une a un manifold en el

caso de más de un cilindro, el cual sigue hasta una válvula de suministro (manual o automática). Se conecta al clorador mediante una tubería de acero SCH-80 con pendiente positiva hasta el clorador, utilizando fitting forjado. Una válvula reductora de presión se usa a menudo para evitar las presiones excesivas que pueden producirse a consecuencia de la temperatura del cloro en el cilindro. Como se observa en la figura 2-96, la presión crece con la temperatura (Canepa, CEPIS, & OPS, 2006, pág. 97).

- ✓ **Cloradores.** - Para la aplicación del cloro gaseoso, en el tratamiento de las aguas existen dos tipos de cloradores:
 - Cloradores de tipo directo: son los que, aprovechando la presión del cilindro de cloro, aplican directamente el cloro gaseoso a la masa líquida que va a ser desinfectada.
 - Cloradores del tipo de solución al vacío: son los que succionan el gas por medio de un vacío producido en un inyector, que lo mezcla con agua para formar una solución que luego es conducida al punto de aplicación. (Canepa, CEPIS, & OPS, 2006, pág. 97)

2.3.4. Dosis de cloración

Programa PROAGUA (2017), menciona que la dosis del desinfectante depende del tipo de agua a clorar. Deberá determinarse antes de poner en funcionamiento el sistema de agua potable. La determinación exacta requiere de un laboratorio y personal especializado. Se recomienda determinar la dosis de cloro por lo menos dos veces al año, según varíe las características fisicoquímicas del agua a desinfectar. Por ejemplo, durante la época de lluvias y épocas de estiaje (ausencia de lluvias). La dosis de cloro para desinfectar el agua es equivalente a: $\text{Dosis de cloro (mg/l)} = \text{Demanda de cloro (mg/l)} + \text{Cloro residual libre (mg/l)}$.

El cálculo de cloro para un hipoclorador por goteo con flotador se realiza de la siguiente manera (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018):

✓ Medición del caudal de agua a clorar

- Calcular o determinar el caudal en l/s de ingreso al reservorio cercado al caudal máximo diario el cual requiere la población actual, de no ser así, será regulado.
- Medir el caudal de ingreso al reservorio utilizando un balde graduado de 5, 18 o 20 l el que mejor se adapte.
- Realizar las mediciones mínimas tres veces y calcular el tiempo promedio en segundos.

$$Q = \frac{Vol(l)}{t(s)}$$

Q = Caudal en litros/seg (l/s)

v = Volumen del balde (l)

t = Tiempo promedio de las mediciones realizadas en segundos

✓ Cálculo de la cantidad de cloro

Para el cálculo de la cantidad de cloro depende la cantidad de días el cual va estar operando con la solución preparada para lo cual se requiere aplicar las siguientes fórmulas (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018):

$$P = \frac{V \times C_2}{10 \times \%Cl}$$

P = Peso de hipoclorito de calcio (gramos) para un día.

V = volumen (l) de agua para un día

C₂ = Concentración aplicada: 1.5 mg/l (promedio)

%Cl = 65 a 70 (o el que utilice), para varios días, multiplique P obtenido por el N° de días.

$$P = \frac{Q \times T \times C_2}{10 \times \%Cl}$$

P = Peso de hipoclorito de calcio (gramos) para un día.

Q = Caudal de ingreso al reservorio (l/s)

T = Tiempo de goteo en segundos (recarga)

C₂ = Concentración aplicada: 1.5 mg/l (promedio)

%Cl = 65 a 70 (o el que utilice), para varios días, multiplique P obtenido por el N° de días.

✓ Cantidad mínima de agua para la disolución

Para determinar la cantidad de agua para la disolución del cloro se debe de emplear la siguiente formula (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018):

$$V_{min} = \frac{\%Cl \times 10 \times P}{C_{max}}$$

V = Volumen de agua para disolución (mínimo)

%Cl = 65 a 70 (o el que utilice), para varios días, multiplique P obtenido por el N° de días.

P = Peso de hipoclorito de calcio (gramos) para un día.

C_{max} = Concentración máxima = 5mg/l= 5000 ppm.

✓ Preparación de la solución clorada o solución madre

Para la preparación de la solución madre se debe de tener en consideración los siguientes pasos (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018):

- Calcular el peso de hipoclorito de calcio utilizando las fórmulas mencionadas anteriormente y colocar esta cantidad en un recipiente y pesar en una balanza.

- Añadir los primeros 100 lt de agua al tanque de solución madre vacío.
- Diluir el hipoclorador de calcio en un balde de 20 lt, removiendo con la ayuda de un batidor o tubo del tamaño del balde.
- Vaciar la disolución al tanque de polietileno o tanque de la solución madre.
- Añadir agua hasta completar el volumen de solución clorada, verificando que este volumen sea mayor al valor encontrado
- Tapar el tanque de solución madre para evitar la pérdida del gas del cloro y así no se volatilice.
- Verificar o regular el caudal de goteo o dosificación con la solución madre para el sistema de agua potable.

✓ Caudal de goteo en ml/min

Para determinar el caudal de goteo en ml/min se debe de aplicar la siguiente formula:

$$Qg = \frac{Vd}{1.44 \times T}$$

Q = Caudal en ml/min.

Vd = Volumen de disolución o solución madre

T = Tiempo (días), es el tiempo de goteo para un Vd.

✓ Regulación del goteo en el hipoclorador

Para realizar la regulación del goteo en el hipoclorador se debe de seguir los siguientes pasos (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018):

- Añadir 100 l de agua al tanque de solución madre.
- Agregar la disolución de hipoclorador de calcio al tanque de solución madre.

- Deslizar o mover el niple con orificio de 2 mm, las veces que sean necesarias hasta obtener un caudal de goteo no menor a 45 ml/min.
- Agregar agua hasta el volumen de solución madre correspondiente al caudal de goteo encontrado anteriormente.

✓ Rotulado del tubo visor

Para el rotulado del tubo visor se debe de seguir los siguientes pasos que se pasa a detallar a continuación (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018):

- Medir el diámetro interior del tanque de solución madre y calcular las alturas para los volúmenes de 100 l y sus múltiplos.
- Extender la wincha y rotular con un plumón de tinta indeleble las alturas y litros correspondientes.

2.3.5. Cloro residual libre

Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

Según (Zheng M. 2015), el cloro libre es un potente agente oxidante y se ha usado ampliamente como desinfectante en procesos que incluyen el tratamiento del agua. La presencia de cloro libre residual es esencial para la prevención del rebrote microbiano en los sistemas de distribución de agua. Sin embargo, los niveles excesivos de cloro libre pueden causar efectos adversos a la salud. Es un desafío importante mantener niveles adecuados de cloro libre residual en la plomería del lugar.

En Perú, la norma establece la obligatoriedad de al menos 0,50 mg/l de cloro residual libre en el agua que será abastecida como potable. Por tanto, la dosis de cloro será: $\text{Dosis cloro (mg/l)} = \text{Demanda de cloro (mg/l)} + 0,50 \text{ mg/l}$. Como se observa en la expresión anterior es muy importante determinar la demanda de cloro a fin de establecer la dosis de cloro a aplicar en la cloración del agua.

La demanda de cloro es la concentración de cloro necesaria para eliminar todos los microorganismos más la concentración de cloro que reacciona con todas las sustancias presentes en el agua. Fustamante, N. (2017), refiere que la demanda de cloro se determina en el laboratorio agregando distintas dosis al agua, hasta lograr que el incremento de la dosis de cloro corresponda al mismo aumento de cloro residual libre en el agua.

✓ **Determinación de cloro residual libre**

Para la determinación de cloro residual libre se tiene que seguir los siguientes pasos (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).:

- Toma de muestras de agua clorada en el reservorio el que debe de indicar en un rango de 1.0 a 1.5 mg/l o lo que necesite para asegurar cloro en la red de distribución de agua potable.
- Muestra de agua clorada en la red de distribución el cual debe de estar en un rango de 0.5 a 1.0 mg/l.
- En un grifo, abrir y dejar correr el agua durante 2 minutos, luego tomar las muestras en el tubo de ensayo, añadir el reactivo y medir la cantidad de cloro residual libre, de no encontrarlo, realizar los ajustes correspondientes.

✓ **Formato de registro de cloro**

El formato para el registro de cloro debe de ser el siguiente (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).:

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: _____						
N° de familias en la comunidad: _____					N° familias con acceso a agua potable: _____					PROVINCIA: _____	
% Familias con UBS s/arrastre hidráulico: _____					% Familias con UBS c/arrastre hidráulico: _____					DEPARTAMENTO: _____	
Caudal de ingreso al reservorio			(Qi)=	litros/seg			MES: _____			AÑO: _____	

DIA	FEC HA	Q _i (L/s)	RECARGA SOLUCION MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE: mg/l				Q _g (ml/min)	OBSERVACIONES	FIRMA
			Hipoc. Calcio GRAMOS	AGUA LITROS	RESE R- VORI O	PRIME RA CASA	CASA INTERMEDI A	ÚLTIMA CASA			
	1										
	2										
	3										
	n										

Responsable _____ Nombre y Apellidos Firma	V°B° Salud _____ Nombre y Apellidos Firma
Fiscal JASS _____ Nombre y Apellidos Firma	Área Técnica de Saneamiento (ATM) _____ Nombre y Apellidos Firma

Figura 3. Ficha de registro de cloro

2.3.6. Hipoclorador por goteo con flotador

La tecnología denominada hipoclorador por goteo con flotador adaptado ha sido empleada y validada por el proyecto SABA Plus en nuestro país, la cual fue propuesta por CEPIS alrededor del año 2017. Esta tecnología se encuentra como una de las opciones dentro del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento la cual puede ser aplicada en la región de Huancavelica u otras regiones (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

Dicha tecnología está recomendada en sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad con o sin la aplicación de plantas de tratamiento, el cual permite el suministro constante de pequeñas concentraciones de solución clorada a caudales de agua que ingresan al reservorio (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

2.3.6.1. Partes del hipoclorador con flotador

2.3.6.1.1. Tanque de polietileno para la solución madre, PVC, hilo de nylon y manguera flexible

El niple PVC de $\frac{3}{4}$ " x 6" se sostiene en un flotador PVC y lleva un orificio (2mm) que al sumergirse unos centímetros debajo del espejo de solución clorada en el tanque de polietileno, dicha solución ingresa clorada en el tanque de polietileno, dicha solución ingresa y fluye por una manguera flexible de 6mm el cual termina en una placa PVC que esta acondicionada en la parte intermedia de una unión universal de $\frac{1}{2}$ ". A partir de esta unión universal, la solución va por una tubería de PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro hacia el punto de aplicación (reservorio); la dosificación se regula fácilmente cambiando la profundidad de inmersión del orificio. Los materiales deben ser resistentes a la corrosión del cloro (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

2.3.6.1.2. Conexiones de ingreso de agua

Las conexiones de ingreso de agua están conformadas por un conjunto de tubos y accesorios de PVC, conectados a la tubería de ingreso al reservorio, lleva un grifo de bronce que abastece con agua en la preparación de la solución madre y llenando del tanque de polietileno (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

2.3.6.1.3. Conexiones de salida y dosificación de cloro al reservorio

Las conexiones de salida y dosificación de cloro al reservorio están constituidas por un conjunto de tubos y accesorios PVC, conector al tanque de solución madre, lleva un grifo PVC en el cual se mide el caudal de goteo. La tubería y accesorios conducen la solución clorada al interior del reservorio (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

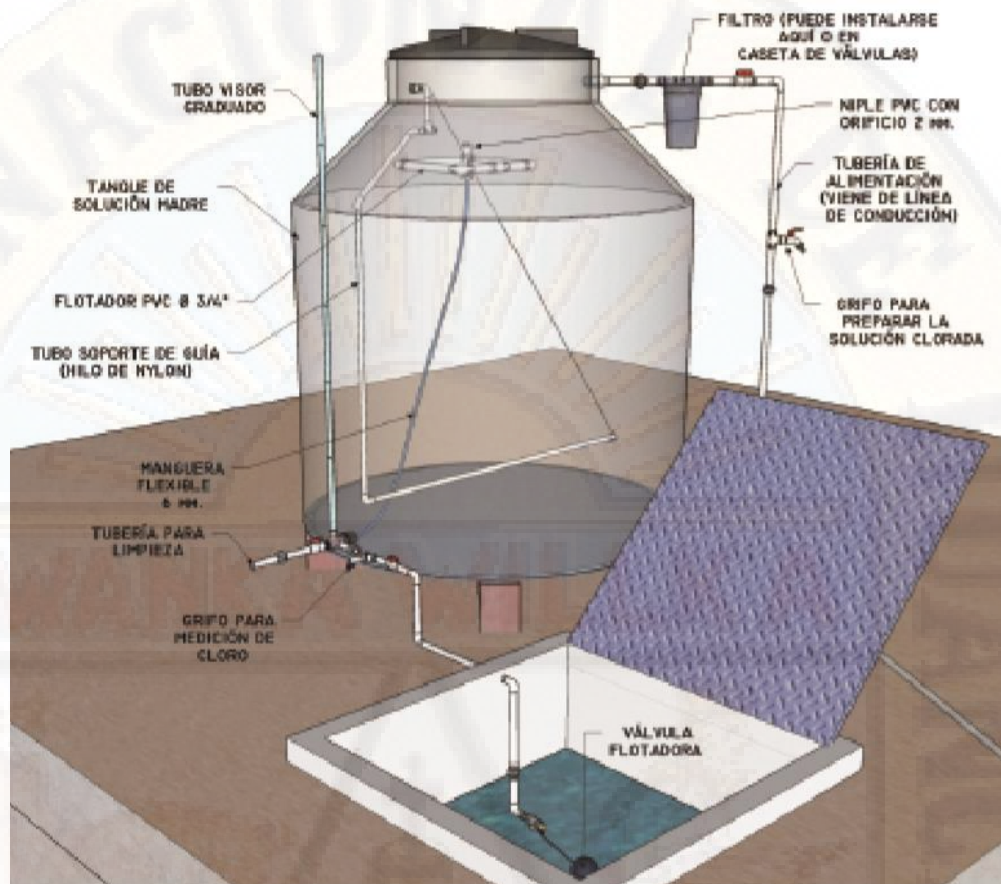


Figura 4.- Partes de un hipoclorador por goteo con flotador

Fuente: Proyecto SABA (2018)

2.3.6.2. Lista de materiales

Los materiales que se utilizan para la implementación de un hipoclorador por goteo con flotador son los siguientes:

Tabla 1
Materiales para la implementación de una hipoclorador por goteo con flotador 1

Nº	Materiales	Unidad	Cantidad
1	Abrazadera de derivación PVC Ø 2 a ½"	Und	1
2	Abrazadera de derivación PVC Ø 2 a ¾"	Und	1
3	Adaptador PVC Ø ½"	Und	9
4	Adaptador PVC Ø ¾"	Und	11
5	Codo PVC Ø ½" 45°	Und	2
6	Codo PVC Ø ½" 90°	Und	5
7	Codo PVC Ø ¾" 90°	Und	12
8	Codo PVC mixto Ø ½" 90°	Und	1

9	Cono de rebose	Und	1
10	Grifo de bronce Ø ½"	Und	1
11	Grifo PVC Ø ½"	Und	1
12	Grifo PVC Ø ½" c/rosca	Und	1
13	Hilo de nylon Ø 1 mm	m	2
14	Ladrillo artesanal	Und	15
15	Lija gruesa	Plg	1
16	Manguera Ø 6 mm Transparente flexible (peceras)	m	1.5
17	Niple PVC Ø ½" x 2" c/rosca	Und	1
18	Niple PVC Ø ¾" x 5"	Und	1
19	Pegamento para PVC x 120mL	Fco	1
20	Placa circular o arandela PVC (tapón hembra PVC SAL)	Und	1
21	Reducción PVC Ø ¾ a ½"	Und	1
22	Tanque de 600 L con accesorios de conexión	Und	1
23	Tapón hembra PVC Ø ¾" c/rosca	Und	2
24	Tee PVC Ø ½"	Und	3
25	Tee PVC Ø ¾"	Und	6
26	Teflón	Und	2
27	Tubo PVC Ø ½" x 5.00 m	Und	3
28	Tubo PVC Ø ¾" x 5.00 m	Und	1
29	Tubo PVC transparente de lectura de nivel del tanque	Und	2
30	Unión mixta PVC Ø ½"	Und	3
31	Unión universal PVC Ø ½" c/rosca	Und	3
32	Unión universal PVC Ø ¾" c/rosca	Und	1
33	Válvula de paso PVC Ø ½" c/rosca	Und	2
34	Válvula de paso PVC Ø ¾" c/rosca	Und	3
35	Codo PVC SAP Ø 2" (control de nivel estático)	Und	1
36	Tee PVC SAP Ø 2" (control de nivel estático)	Und	2
37	Tubo PVC SAP Ø 2" (control de nivel estático)	Und	1

Fuente: Proyecto SABA (2018)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Hipótesis nula

No existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica funcionando a 30 ml/min.

Hipótesis alterna

Si existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica funcionando a 30 ml/min.

2.5. Definición de términos

- a) **Advección.-** Mecanismo de transporte de un contaminante, originado por la velocidad del flujo, (Comisión Nacional del Agua, 2016).
- b) **Agua cruda.-** Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento, (Comisión Nacional del Agua, 2016).
- c) **Agua tratada.-** Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano, (American Public Health Association et al., 1992).
- d) **Agua de consumo humano.-** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal, (Instituto Nacional de Salud, 2018).
- e) **Bacteria.-** Pequeño microorganismo unicelular, que se reproduce por la fusión de esporas, (Instituto Nacional de Salud, 2018).

- f) **Control de calidad.-** Conjunto de medidas que, según una metodología de análisis de muestras, aseguran que el proceso se encuentra bajo control, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- g) **Cloración.** - Proceso de purificación del agua en el que el cloro es añadido al agua para desinfectarla. También es usado en procesos de oxidación de productos impuros en el agua, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- h) **Cloro libre.-** Cloro presente en forma de ácido hipocloroso (HOCl), ion hipoclorito (OCl^-) y cloro molecular disuelto, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- i) **Cloro residual libre.-** Cantidad total de cloro (cloro disponible libre o combinado) que queda en el agua después de un periodo de contacto definido, (Comisión Nacional del Agua, 2016).
- j) **Cloro total.-** Concentración de cloro, tanto libre como combinado, que se mide tras un periodo de tiempo determinado en aguas sometidas a cloración, (Comisión Nacional del Agua, 2016).
- k) **Concentración.-** Contenido de soluto en una disolución, (Comisión Nacional del Agua, 2016).
- l) **Garantía de calidad.-** Plan definidor del funcionamiento del laboratorio que especifica las medidas utilizadas para producir datos de una precisión y un sesgo conocidos, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- m) **Decaimiento.-** Proceso mediante el cual un constituyente o sustancia presenta variaciones en su concentración, producto de efectos mecánicos, temporales y químicos, (Comisión Nacional del Agua, 2016).
- n) **Difusión.-** Mecanismo de transporte como el movimiento molecular que ocurre desde los puntos de alta hacia los de baja concentración, aun cuando el agua está en reposo, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- o) **Dispersión.-** Mecanismo de transporte de los solutos como resultado de los gradientes de velocidad, presenta una mayor incidencia en flujos laminares, (Instituto Nacional De Salud, 2018).

- p) **Dosis.** - La cantidad de una sustancia a la que se expone una red de distribución durante un periodo de tiempo. En general, cuanto mayor es la dosis, mayor es la probabilidad de un efecto nocivo o benéfico, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- q) **Evaluación de calidad.**- Procedimiento para la determinación de la calidad de las medidas de laboratorio mediante el empleo de datos a partir de las medidas de control de calidad internas y externas, (Comisión Nacional del Agua, 2016).
- r) **Mezcla de agua.**- Elementos, compuestos o ambos, que son mezclados con el agua durante un proceso de tratamiento de aguas, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- s) **Muestra.**- Porción representativa de las condiciones naturales de un cuerpo de agua, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- t) **Precisión.**- Medida del grado de concordancia entre análisis repetidos de una muestra, expresada normalmente como la desviación estándar, (American Public Health Association et al., 1992).
- u) **Ppm.** – Concentración de algún elemento en partículas por millón, (American Public Health Association et al., 1992).
- v) **Parámetros organolépticos.**- Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial, (Instituto Nacional De Salud, 2018).
- w) **Trihalometano.**- Compuesto generado por la oxidación de la materia orgánica en presencia de cloro, (Instituto Nacional De Salud, 2018).

2.6. Definición operativa de variables

- ✓ Variable independiente: Dosis de cloro
- Programa PROAGUA (2017), menciona que la dosis del desinfectante depende del tipo de agua a clorar. Deberá determinarse antes de poner en funcionamiento el sistema de agua potable. La determinación exacta requiere de un laboratorio y personal especializado. Se recomienda

determinar la dosis de cloro por lo menos dos veces al año, según varíe las características fisicoquímicas del agua a desinfectar. Por ejemplo, durante la época de lluvias y épocas de estiaje (ausencia de lluvias). La dosis de cloro para desinfectar el agua es equivalente a: $\text{Dosis de cloro (mg/l)} = \text{Demanda de cloro (mg/l)} + \text{Cloro residual libre (mg/l)}$.

- ✓ Variable dependiente: Cloro residual libre
Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

2.6.1. Definición Operacional de la Variable

- ✓ Variable independiente: Dosis óptima de cloro
La dosificación de cloro se empleará en el reservorio con la finalidad de obtener cloro residual libre dentro de los que establece el D.S. N° 031-2010-SA.
- ✓ Variable dependiente: Cloro residual libre
El cloro residual libre dependerá de la dosificación de cloro que se realiza al preparar la solución madre y de la misma forma al goteo que suministre al reservorio por lo que esta variable nos ayudará a verificar si su presencia en el agua está dentro de los valores que establece el D.S N° 031-2010-SA.

2.6.1. Operacionalización de la variable

Tabla 2.
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de medición
Variable independiente Dosis óptima de cloro	Programa PROAGUA (2017), menciona que la dosis del desinfectante depende del tipo de agua a clorar. Deberá determinarse antes de poner en funcionamiento el sistema de agua potable. La determinación exacta requiere de un laboratorio y personal especializado. Se recomienda determinar la dosis de cloro por lo menos dos veces al año, según varíe las características fisicoquímicas del agua a desinfectar. Por ejemplo, durante la época de lluvias y épocas de estiaje (ausencia de lluvias). La dosis de cloro para desinfectar el agua es equivalente a: Dosis de cloro (mg/l) = Demanda de cloro (mg/l) +Cloro residual libre (mg/l).	La dosificación de cloro se empleará en el reservorio con la finalidad de obtener cloro residual libre dentro de los límites máximos permisibles como lo establece la ley.	Dosis de 3500 ppm de cloro Dosis de 4000 ppm de cloro Dosis de 5000 ppm de cloro	Manual de instalación, operación y mantenimiento del proyecto SABA	Partes por millón (ppm) o mg/l	Balanza analítica
Variable dependiente Cloro residual libre	Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).	El cloro residual libre dependerá de la dosificación de cloro que se realiza al preparar la solución madre y de la misma forma al goteo que se suministre al reservorio por lo que esta variable nos ayudará a verificar si su presencia en el agua está dentro de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA	Concentración de cloro residual libre en las viviendas	Los valores de cloro residual libre que establece el D.S. N° 031-2010-SA, según el reglamento de calidad de agua para Consumo Humano.	Partes por millón (ppm) o ml/l	Clorímetro DPD (dietil-p-fenilendiamina)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación de tipo básica también recibe el nombre de investigación pura, teórica o dogmática. Se caracteriza porque parte de un marco teórico y permanece en él; la finalidad radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes, en incrementar los conocimientos científicos o filosóficos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico (Niño V. M., 2011),

Se suele llevar a cabo en los laboratorios, es la que se realiza con el propósito de acrecentar los conocimientos teóricos para el progreso de una determinada ciencia, es más formal y persigue propósitos teóricos en el sentido de aumentar el acervo de conocimientos de una determinada teoría (Niño V. M., 2011),.

El trabajo de investigación buscó desarrollar o crear teorías o nuevos conocimientos, por lo que en este trabajo de investigación se buscó determinar la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación de este trabajo de tesis fue explicativo ya que buscó explicar el efecto o incidencia que genera la variable independiente del proceso de contratación en la variable dependiente denominado ejecución presupuestal.

Tiene la dirección de llevar a cabo estudios que ocasionan la ocurrencia de un acontecimiento para poder dar una explicación ante las condiciones que se llegan a dar por dos o más variables, lo que probara mediante un planteamiento

de hipótesis en el ámbito de estudio. Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 95)

3.2. Método de investigación

3.2.1. Método general

Se utilizara el método científico, ya que se recopilarán datos cuidadosamente autenticados, se buscará alguna relación en común entre estos hechos, se deducirá por los métodos tanto de la lógica formal como de la matemática y se sacarán conclusiones que aún no se han dado, y se contrastaron con otras para verificar si estas conclusiones son correctas (Sanford, 1899).

El método científico no es una guía que uno debe seguir para cumplir un objetivo el método no se comporta de esa forma, sino que se adquiere por expresar en forma abierta los pensamientos, prestos para cualquier crítica y solucionar los errores realizando un análisis (Sabino, 1992, pág. 2).

La obtención de nuevos conocimientos se realizó siguiendo procedimientos sistematizados y ordenados de manera puntual de obtención de conocimientos está avalada por el método científico este método está formado por una serie de fases que el investigador debe seguir para la creación de nuevas ideas (Alesina, y otros, 2011, pág. 10).

3.2.2. Método específico

✓ Método analítico

Según Bernal, C. (2010, pág. 60). Este proceso cognoscitivo consiste en descomponer un objeto de estudio, separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual.

✓ Método deductivo

Según Bernal, C. (2010, pág. 59). Este método de razonamiento consiste en tomar conclusiones generales para obtener explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes,

principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

3.2.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación será el no experimental ya que las variables de interés no se pueden manipular porque son atributos que existen naturalmente (Belli, 2015).

Las investigaciones tendrán un diseño experimental transversal puesto que habrá manipulación de variables deliberadamente. Es decir que se buscó describir variables y analizar su interrelación en un momento dado y en concentraciones diferentes. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

$$M \quad \text{---} \longrightarrow \quad O_X \quad \text{---} \longrightarrow \quad O_Y$$

Donde:

M : Muestra – Universidad Nacional de Huancavelica

O_X : Observación de la dosis óptima de cloro (variable que influye)

O_Y : Observación del cloro residual libre (variable influida)

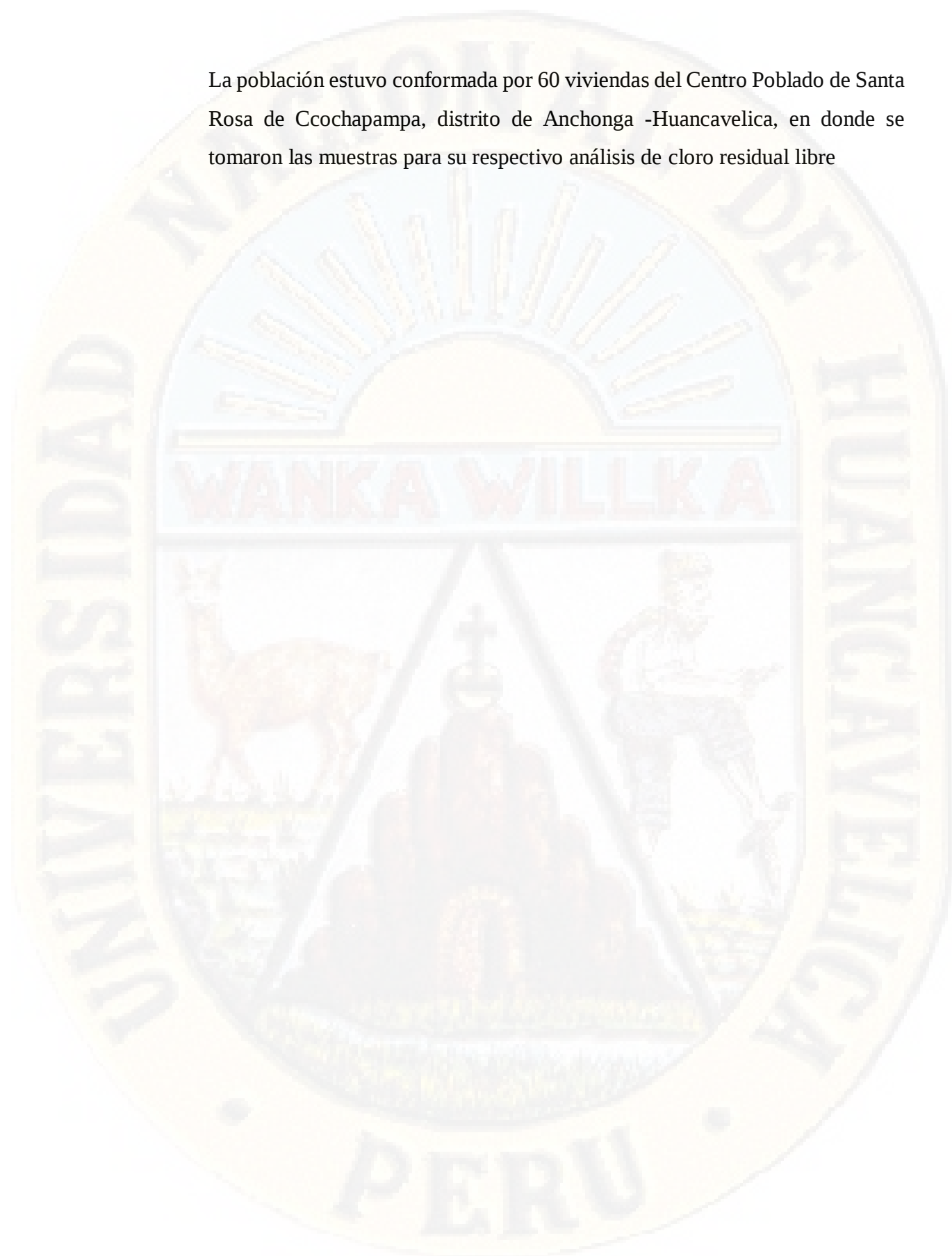
3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población es el conjunto o conglomerado de elementos, cosas o seres que compartían características ya sean infinitos o finitos, es así que este puede ser usado en el conjunto de familias, objetos, empresas, personas, elementos etc. (Valderrama, 2002).

Según Niño (2011), para poder especificar el objeto de estudio es primordial partir de la tipificación de la población que se va a estudiar, es decir el mecanismo serán todos aquellos que estén involucrados al estudio ya sean persona, objetos, fenómenos y sucesos etc.

La población estuvo conformada por 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, en donde se tomaron las muestras para su respectivo análisis de cloro residual libre



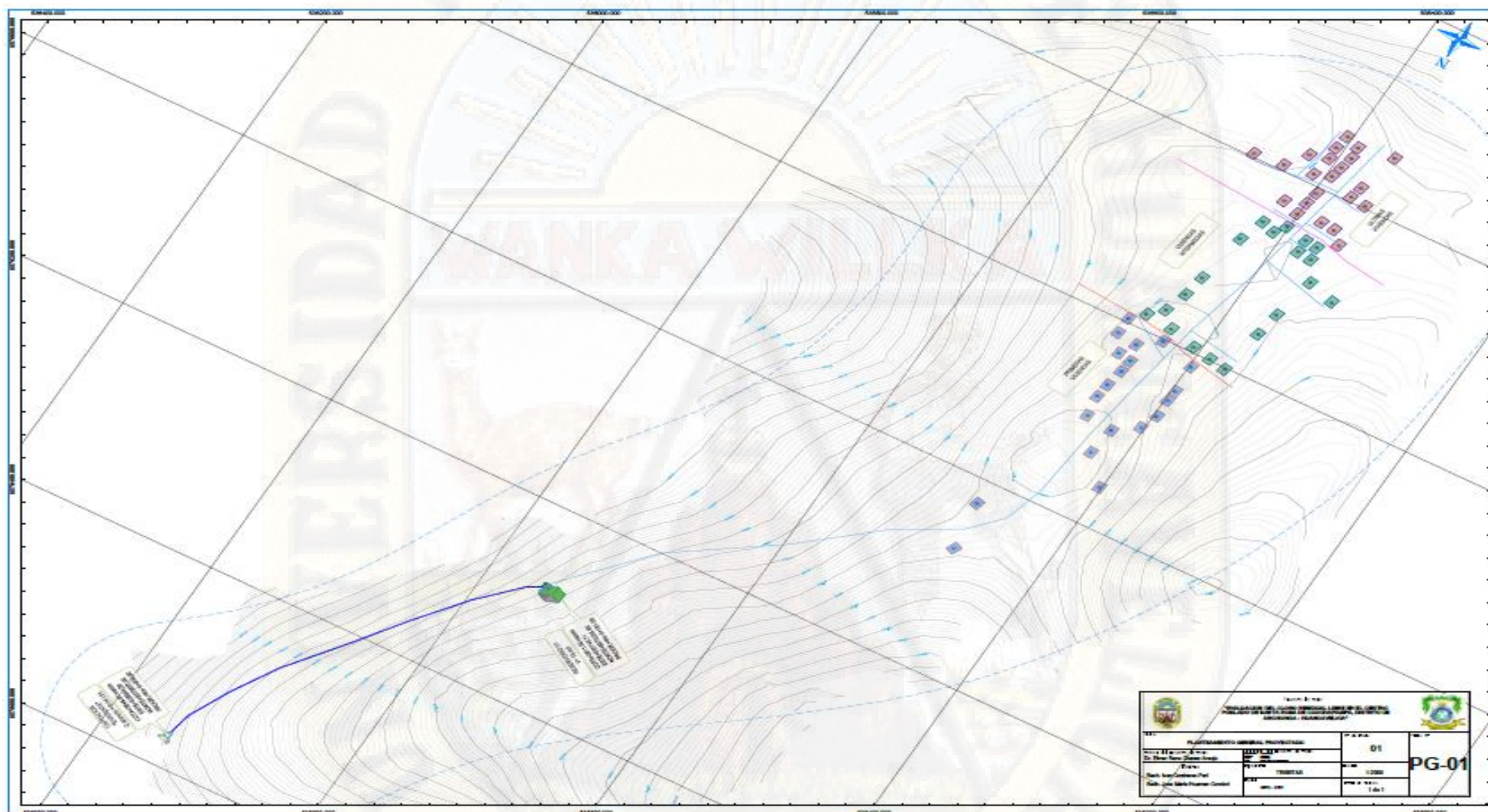


Figura 5. Mapa de Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.



**"EVALUACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL CENTRO
POBLADO DE SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA, DISTRITO DE
ANCHONGA, PROVINCIA DE ANGARAES-HUANCAMELICA"**



PADRON DE ASOCIADOS - SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	Nº DNI	EDAD	GRADO DE INSTRUCCIÓN	SECTOR
1	Machuca Crispin, Ricardo	23448500	53	Primaria	Sector 01
2	Machuca Huamani, Rofino	23467536	50	Primaria	Sector 01
3	Mallqui de Urbina, Segundia	23447459	52	Inicial	Sector 01
4	Machuca Palomino, Genoviva	23461927	49	Primaria	Sector 01
5	Huamani Vargas, Cerilo	23467427	49	Primaria	Sector 01
6	Mallqui Urbina, Gabriel	45969005	31	Secundaria	Sector 01
7	Huamani Lapa, Nilton	45255159	31	Secundaria	Sector 01
8	Mallqui Ancalle, Aparicio	23447590	52	Inicial	Sector 01
9	Mallqui Urbina, Viviana	44701566	33	Secundaria	Sector 01
10	Machuca Huamani, Eulogio	23448459	51	Primaria	Sector 01
11	Urbina Sotacuro, Santos	23448459	52	Primaria	Sector 01
12	Urbina Choqui, Senayda	23447437	52	Inicial	Sector 01
13	Belito Taipe, Eduardo	47111394	29	Secundaria	Sector 01
14	Taipe de Belito, Antonia	23447410	51	Primaria	Sector 01
15	Machuca Huamani, Luis	40627579	24	Primaria	Sector 01
16	Mallqui Urbina, Clemente	23446980	50	Inicial	Sector 01
17	Mallqui Belito, Godofredo	48314756	28	Primaria	Sector 01
18	Mallqui Belito, Carlos	42318791	22	Primaria	Sector 01
19	Choque Urbina, Roberto	72249253	20	Secundaria	Sector 01
20	Choque Mallqui, Fermin	23447237	53	Inicial	Sector 01
21	Machuca Ñahuincopa, Marcos	45491738	31	Secundaria	Sector 02
22	Machuca Ñahuincopa, Pedro	45747920	31	Primaria	Sector 02
23	Machuca Urbina, Félix	23448225	53	Primaria	Sector 02
24	Huamani Chocce, Julia	41847128	23	Primaria	Sector 02
25	Ancalle Urbina, Aparicio	23447516	54	Primaria	Sector 02
26	Ancalle Palomino, Nimicion	72267385	22	Secundaria	Sector 02
27	Ancalle Crispin, Demicion	47542391	29	Secundaria	Sector 02
28	Laime Mallqui, Federico	23467522	49	Primaria	Sector 02
29	Machuca Huaranca, Damian	23467314	52	Inicial	Sector 02
30	Machuca Ñahuincopa, Julián	44089966	28	Primaria	Sector 02

31	Urbina Machuca, Lucas	23467456	54	Inicial	Sector 02
32	Machuca Urbina, Augusto	41695306	23	Primaria	Sector 02
33	Belito Urbina, Daniel	70946290	45	Secundaria	Sector 02
34	Belito Taipe, Julián	46603723	32	Secundaria	Sector 02
35	Machuca Ñahuincopa, Rodrigo	72267389	40	Secundaria	Sector 02
36	Machuca Urbina, Ignacio	23461926	48	Inicial	Sector 02
37	Machuca Lapa, David	72285309	24	Secundaria	Sector 02
38	Machuca Chocce, Felicita	41369872	26	Primaria	Sector 02
39	Huamani Belito, Alberto	40707162	25	Primaria	Sector 02
40	Belito Mallqui, Lorena	23448568	48	Inicial	Sector 02
41	Belito Mallqui, Teófila	23447215	50	Inicial	Sector 03
42	Machuca Chocce, Fausto	47381045	29	Secundaria	Sector 03
43	Machuca Belito, Alejandro	23447583	49	Primaria	Sector 03
44	Belito Buendía, Tomas	20534724	56	Inicial	Sector 03
45	Belito Quispe, Guido	12608649	45	Secundaria	Sector 03
46	Machuca Urbina, Demetrio	43543271	36	Secundaria	Sector 03
47	Machuca Urbina, Roberto	46874263	32	Secundaria	Sector 03
48	Urbina Mallqui, Antonio	23447457	48	Primaria	Sector 03
49	Machuca Urbina, Jaime	47314171	29	Secundaria	Sector 03
50	Huamani Choque, Darío	45214613	28	Secundaria	Sector 03
51	Huamani Mallqui, Teodoro	23461696	48	Primaria	Sector 03
52	Ancalle de Mallqui, Felicita	23447455	47	Primaria	Sector 03
53	Machuca Urbina, Fidela	43008415	27	Secundaria	Sector 03
54	Urbina Machuca, Mario	40351464	36	Primaria	Sector 03
55	Belito Taipe, Gregorio	41542073	32	Secundaria	Sector 03
56	Urbina Urbones, Estela	23447462	47	Primaria	Sector 03
57	Mallqui Ancalle, Faustino	23461775	49	Primaria	Sector 03
58	Gerónimo Mallqui Belito	46828624	32	Secundaria	Sector 03
59	Domingo Machuca Urbina	72313243	36	Primaria	Sector 03
60	Urbina Ramos, Feliciano	43256541	26	Primaria	Sector 03

Figura 6. Padrón de asociados del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga –Huancavelica

3.3.2. Muestra

Según (Ccanto Mallma, 2010), la muestra (denotada como n) es el conjunto de casos extraídos de una población seleccionados por algún método de muestreo. La muestra siempre es una parte de la Población.

La muestra viene a ser una subdivisión o subconjunto de la población es decir una pequeña porción, que se selecciona con el fin de medir o estudiar las propiedades que caracterizan dicha población. Es decir que la muestra viene a ser un subgrupo que reflejara a la población (Niño, 2011, pág. 55).

La muestra de este trabajo de investigación fue igual a la población ya que es pequeña, por lo que es recomendable analizar a las 60 viviendas y así tener menos margen de error.

3.3.3. Muestreo

Según Gómez (2012), el muestreo es un instrumento de gran validez en la investigación, es el medio a través del cual el investigador, selecciona las unidades representativas para obtener los datos que le permitirán obtener información acerca de la población a investigar.

Ccanto (2010), señala que para poblaciones pequeñas se puede acceder a ella sin restricciones, entonces es mejor trabajar con toda la población, cabe señalar que ya no se requiere del muestreo.

Así pues, de acuerdo a la estructura poblacional y de la muestra el presente trabajo de investigación no requiere del muestreo debido a que la muestra es igual a la población.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Instrumentos

El instrumento del trabajo de investigación quien ayudó a la recolección de datos fue el comparador de cloro ya que este instrumento sirve para medir las concentraciones de cloro residual libre que se encuentran en las aguas de la línea de distribución en las viviendas en el ámbito rural, las cuales fueron procesadas en el software WATER CAD para la modelación y simulación del cloro residual libre en la red de distribución del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancaavelica.

3.4.2. Técnicas

La observación: es necesario para determinar in situ los fenómenos, sujetos, objetos, contenidos, cualidades, comportamientos, interacciones, etcétera. El cual para llevarla a cabo donde de ser planifica y considerada dentro del cronograma de recolección de datos (Niño, 2011, pág. 95).

En este trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación que nos ayudó a contrastar los resultados que se obtuvieron en la recolección y procesamiento de datos.

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El programa estadístico SPSS (Statistical Package for The Social Sciences) es utilizado por la gran mayoría de investigadores. El SPSS versión 23.0 es muy útil para aquellos que requieran desarrollar y analizar base de datos para aplicaciones prácticas u otras necesidades de investigación, la cual ofrece crear vínculos con diversos programas como Microsoft Word, Excel, Point, etc. El cual nos permite analizar datos de gran magnitud a la vez estadísticos muy complejos (Belen & Cabrera, 2010, pág. 16).

De la misma forma se hizo uso del software “R”, Excel o algún otro programa que fue aplicable a este proyecto. Con la finalidad de contrastas la hipótesis de este trabajo de investigación. De la misma forma este software nos ayudó a

determinar datos estadísticos descriptivos como (media, moda, mediana, desviación estándar, curtosis, error estándar, elaborar gráficos estadísticos, etc.) y gráficos estadísticos como (diagrama de caja y bigote, diagrama de distribución QQ plot, campana de gauss, histogramas, etc.).

El D.S. N° 031-2010-SA (Reglamento de la calidad de agua para consumo humano), la norma establece las disposiciones generales con relación a gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de información

La presentación de los datos obtenidos del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica. Serán analizados de acuerdo a los objetivos generales y específicos en la orden respectiva.

Tomando en cuenta el diseño de la investigación, se procedido a realizar la medición de la variable en estudio con el correspondiente instrumento de medición de la Evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, Posteriormente la información obtenida mediante el comparador de cloro fue procesado a través de las técnicas de la estadística descriptiva (tablas de frecuencia simple, tablas de frecuencia agrupada, tablas de frecuencia de doble entrada, diagrama de barras apiladas, campana de Gauss, etc.) y de la estadística inferencial, mediante la prueba estadística ANOVA y un pos hoc de Tukey, ello con la finalidad de contrastar las hipótesis planteada en este trabajo investigación. Para elegir el estadístico de Fisher ANOVA se realizó una prueba de normalidad al conjunto de datos de cloro residual libre teniendo como resultado que dichos datos si cumplen el supuesto de normalidad por lo que se empleó una prueba paramétrica. Finalmente es importante precisar que, para tener fiabilidad en los cálculos de los resultados, se procesó con la herramienta de apoyo el programa IBM SPSS Versión 23. Con lo cual se contrasto la veracidad de los resultados, además la redacción estuvo orientada por las normas del estilo APA.

4.1.1. Análisis de información del cloro residual libre a una dosis de 3500

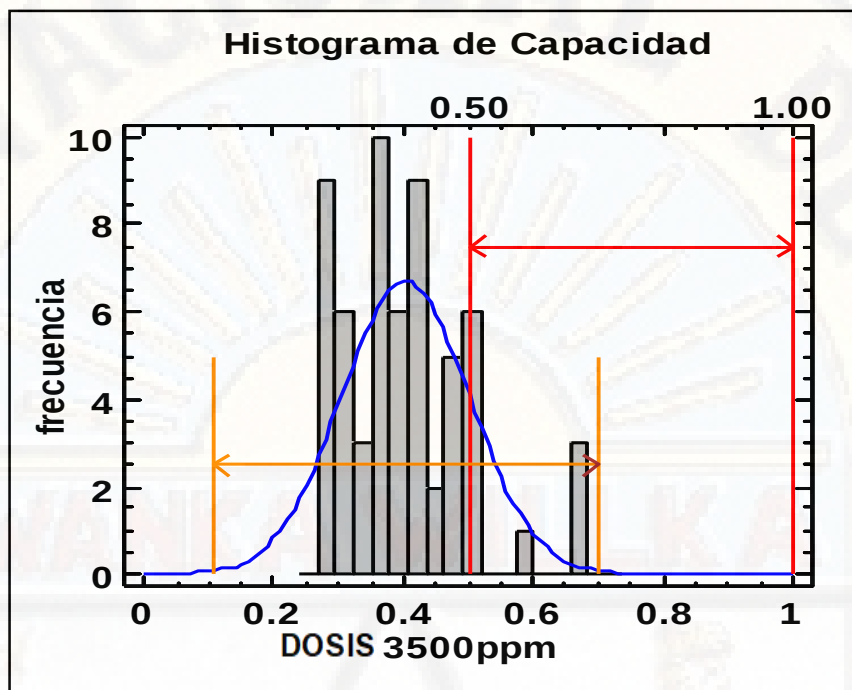


Figura 7. Diagramas de cloro residual libre a 3500 ppm

Fuente: Elaboración propia procesada en "SPSS ver 23".

En este apartado se pudo observar que a 3500 ppm la mayoría de viviendas reciben bajas concentraciones de cloro residual libre menores a 0.5 mg/l estipulado por el reglamento, por lo que si se aplica esta dosis la población tendría problemas gastrointestinales como diarreas por lo que esta dosis no es el recomendable ni óptimo para el sistema de cloración por goteo con flotador adaptado.

4.1.2. Análisis de información del cloro residual libre a una dosis de 4000

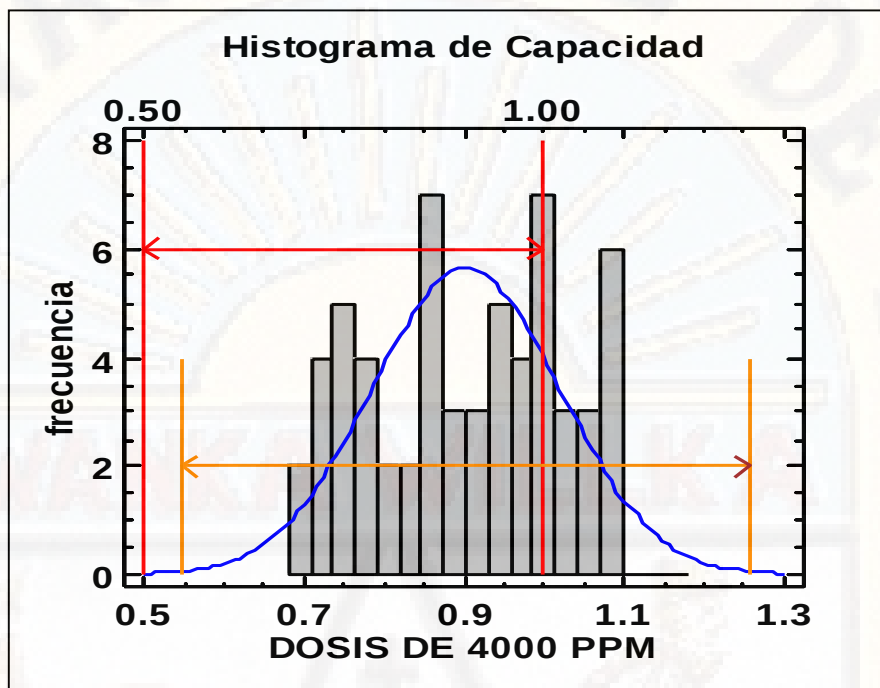


Figura 8. Diagrama de cloro residual libre a una dosis de 4000 ppm

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En este apartado se pudo observar que a 4000 ppm la mayoría de viviendas recibieron concentraciones de cloro residual libre dentro del rango de 0.5 a 1.0 mg/l estipulado por el reglamento, por lo que si se aplica esta dosis la población no tendría problemas gastrointestinales como diarreas por lo que esta dosis es el recomendable y óptimo para el sistema de cloración por goteo con flotador.

4.1.3. Análisis de información del cloro residual libre a una dosis de 5000

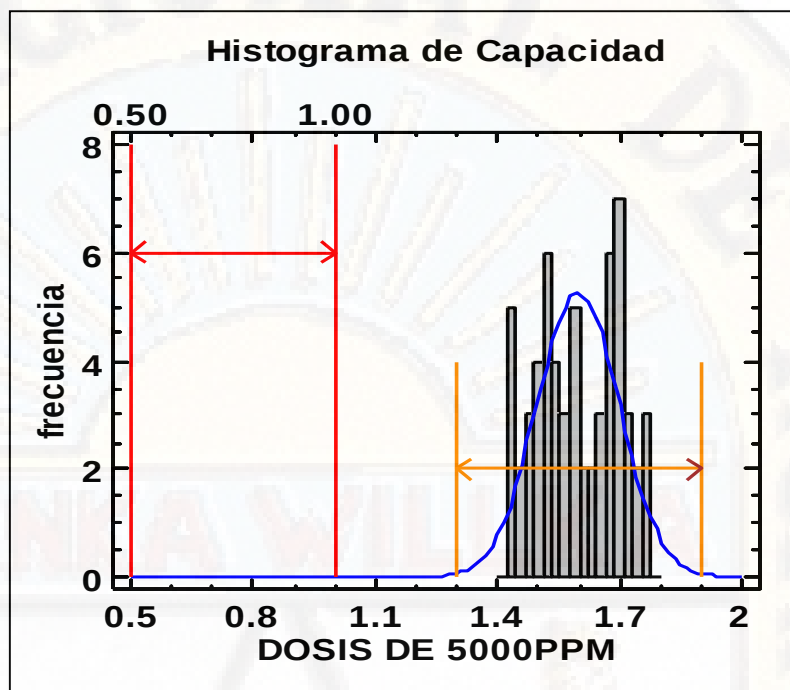


Figura 9. Diagramas de cloro residual libre a una dosis de 5000 ppm

Fuente: Elaboración propia procesada en "SPSS ver 23".

En este apartado se pudo observar que a 5000 ppm la mayoría de viviendas reciben altas concentraciones de cloro residual libre mayores a 1.0 mg/l estipulado por el reglamento, por lo que si se aplica esta dosis la población presentaría quejas y a la misma vez rechazo al sabor del agua por lo que está dosis no es el recomendable ni óptimo para el sistema de cloración por goteo con flotador.

4.1.4. Análisis de información de cloro residual libre en las diferentes dosis

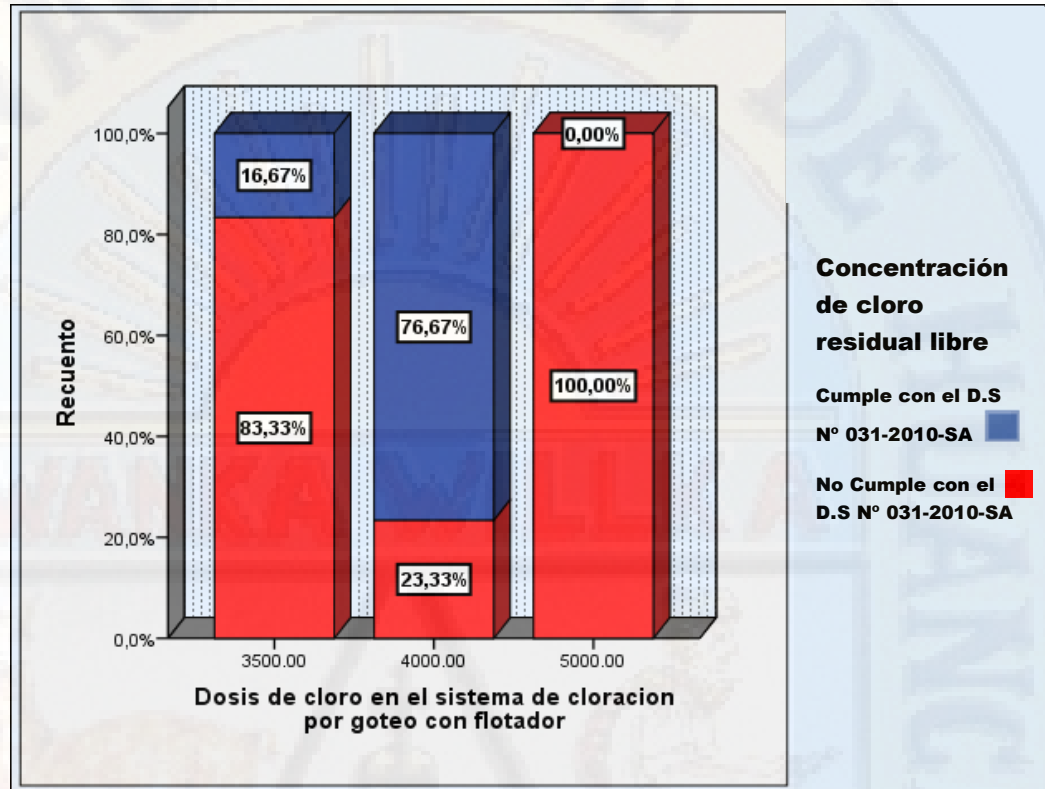


Figura 10. Diagrama de barras apiladas de la concentración de cloro residual a diferentes dosis y a un funcionamiento de 30 ml/min.

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En este apartado se pudo observar que al suministrar 3500 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en el sistema de agua con hipoclorador por goteo, el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga-Huancavelica, fue abastecido con agua de mala calidad en un 83.33% y tan solo el 16.67% estuvo tomando agua de buena calidad, mientras que a 5000 ppm se pudo observar que el 100% de viviendas tomaron agua de mala calidad el cual estuvo por encima de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA, mientras que a 4000 ppm se pudo observar que el 76.67% de viviendas tomaron agua de buena calidad y tan solo el 23.33% consumieron agua por encima de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA. Cabe señalar que el 23.33% no sobrepaso el valor de 1.10 mg/l lo

cual lo hace tolerable. Por lo que se concluye que la dosis óptima de cloro en el sistema de agua con hipoclorador por goteo en dicho Centro Poblado fue de 4000 ppm.

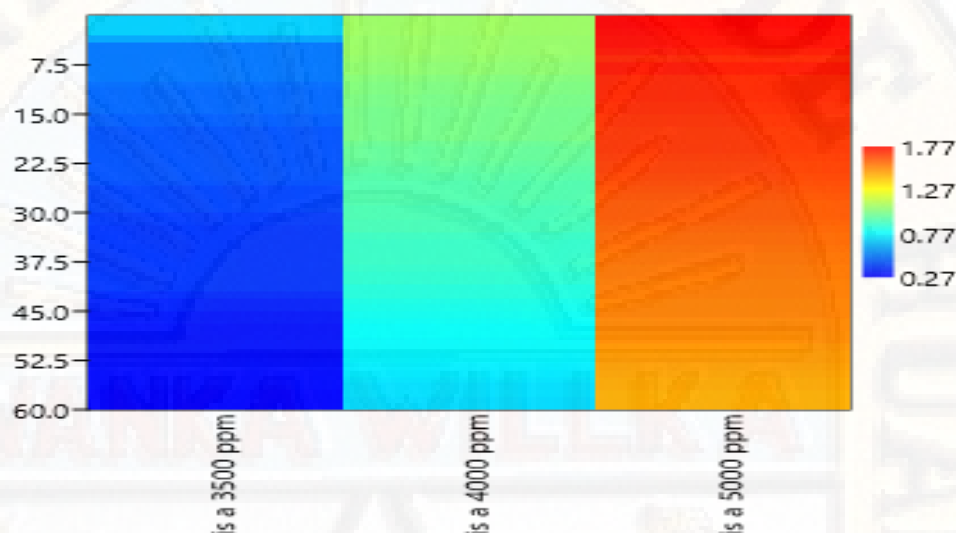


Figura 11. Diagrama espectral de cloro residual libre

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En este apartado se pudo observar que al suministrar 3500 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en el sistema de agua con hipoclorador por goteo, el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, fue abastecido con agua de mala calidad debido a que la concentración encontrada en la primera y última casa fue de 0.68 a 0.27 mg/l respectivamente. Por lo que dicha dosis no es la indicada ya que la mayoría de lotes presentan tomarían agua con cloro residual libre por debajo de 0.5 mg/l y esto generaría problemas de salud pública ocasionando enfermedades diarreicas agudas mayormente en niños y ancianos

A diferencia que a 5000 ppm se puede observar que es totalmente lo contrario al de la dosis de 3500 ppm ya que el D.S. N° 031-2010-SA, establece el cloro residual en un rango de 0.5 a 1 mg/l. a 3500 ppm se la mayoría de casas se encontraban por debajo de los 0.5 mg/l mientras que a 5000 ppm se encontraron que el 100% de lotes recibieron cloro residual libre por encima de 1mg/l, lo

cual podría generar problemas organolépticas en las personas debido a que el agua estuvo muy cargada y el sabor no es tolerable por los consumidores.

Mientras que a 4000 ppm se pudo observar que el 100% de lotes recibieron agua potable con cloro residual libre por encima del valor mínimo 0.5 mg/l y en su gran mayoría recibieron agua potable por debajo del valor máximo de 1 mg/l, en donde el valor máximo que se obtuvo fue de 1.10 mg/l el cual es tolerable por los consumidores de agua potable del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica

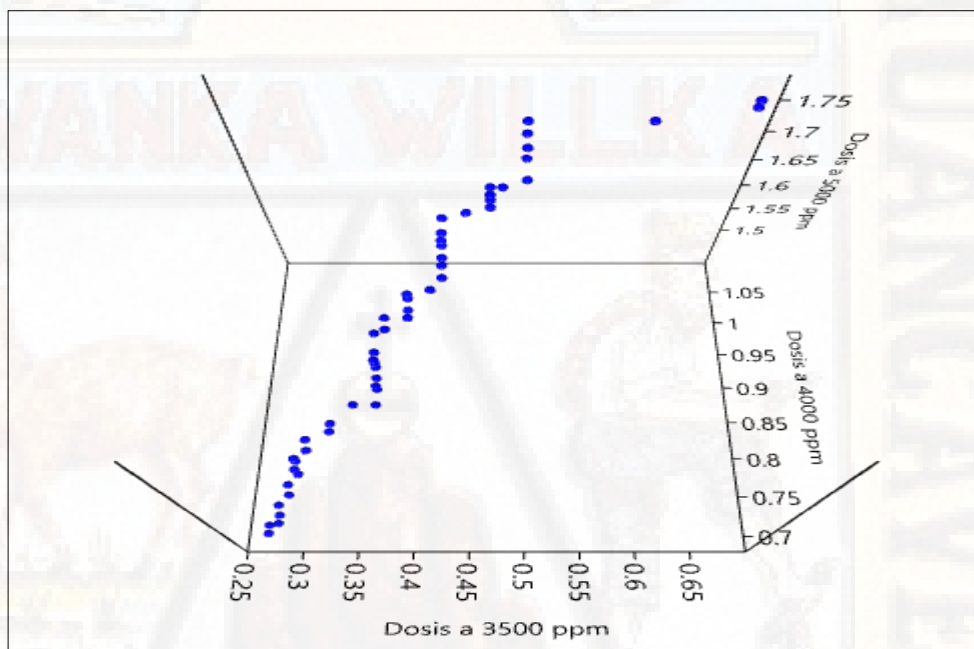


Figura 12. Diagrama tridimensional de cloro residual libre

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En el diagrama tridimensional se puede observar que la dosis óptima es de 4000 ppm debido a que se encuentra dentro de los valores establecidos estipulados por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano el cual fue aprobado por el D.S N° 031-2010-SA el cual estuvo en un rango de 0.7 mg/l a 1.10 mg/l. mientras que a 3500 mg/l podemos observar que por debajo de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA y a 5000 ppm estuvieron por encima de dicho reglamento.

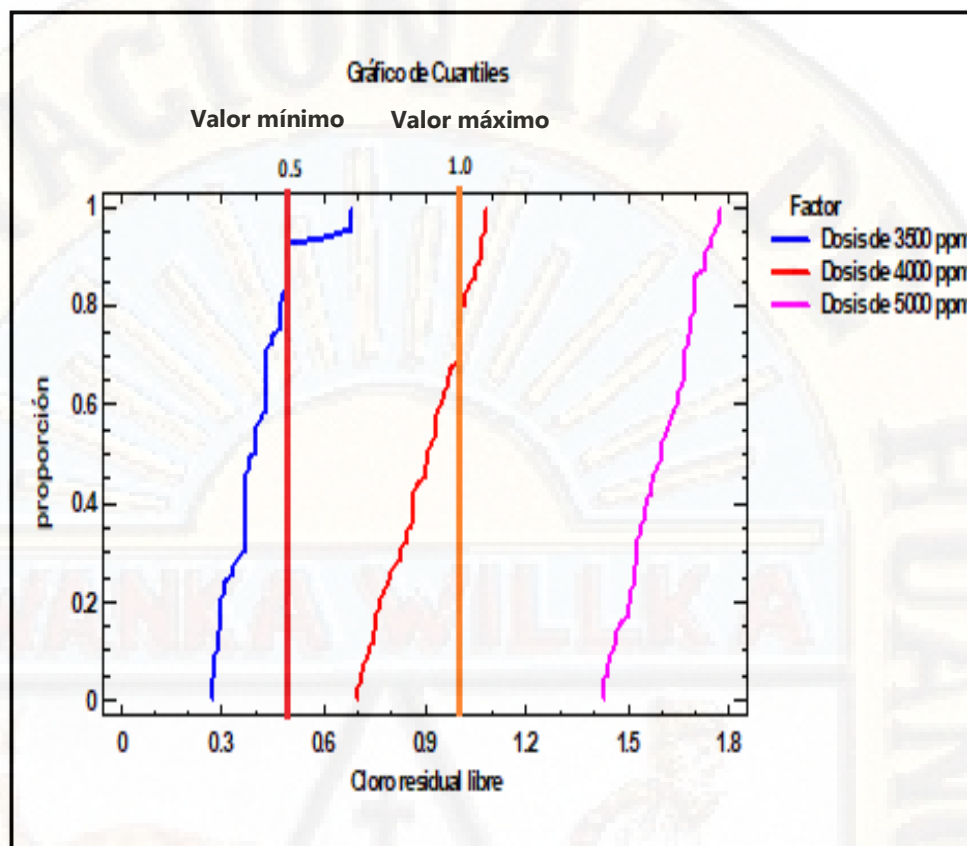


Figura 13. Diagrama de cuantiles de cloro residual libre

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

Mediante el grafico de cuantiles se pudo observar que la dosis óptima quien cumple con los valores establecidos según el reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano el cual fue aprobado por el D.S N° 031-2010-SA es de 4000 ppm mientras que las otras dos dosis están fuera del rango permitido por dicho reglamento.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Supuestos de investigación

Antes de emplear el estadístico se tuvo en consideración realizar la prueba de los supuestos para contrastar si los datos de cloro residual libre en las diferentes dosis cumplen con el supuesto de normalidad, homogeneidad y residuos con el fin de verificar si los conjuntos de datos cumplen con dicho supuesto estadístico y de esa forma aplicar la prueba paramétrica o no paramétrica.

4.2.1.1. Prueba de bondad de ajuste para el contraste de distribución normal para seleccionar una prueba paramétrica o no paramétrica

Romero (2016), menciona que para realizar la prueba de bondad de ajuste para el contraste de distribución normal se tiene tres formas de contraste, las cuales son:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov. - Conocida como prueba K-S, es una prueba de significación estadística para verificar si los datos de la muestra proceden de una distribución normal. Se emplea para variables cuantitativas continuas y cuando el tamaño muestral es mayor de 50” (Romero Saldaña, 2016).

Prueba de Shapiro Wilk.- Cuando el tamaño muestral es igual o inferior a 50 la prueba de contraste de bondad de ajuste a una distribución normal es la prueba de Shapiro-Wilks (Romero Saldaña, 2016).

Prueba de gráficos. - Por otra parte, podemos hacer algo parecido de una manera visual, mediante la observación de gráficos, los cuales nos orientan sobre la normalidad o no de la muestra. El uso de gráficos presenta varias ventajas, como, por ejemplo, la sencillez de interpretación o la facilidad para obtener el diagrama a través de los propios paquetes estadísticos. Sin embargo, el principal inconveniente es la subjetividad de la interpretación visual, ya que, al contrario de las pruebas de

significación estadística, las pruebas gráficas no incluyen ningún valor de “p” (Romero Saldaña, 2016).

Romero (2016), señala que los datos cumplen una distribución normal solo si el P valor es mayor igual a 0.05 y no cumplen con una distribución normal si el P valor es menor o inferior a 0.05.

En el presente trabajo de investigación se empleó la prueba de Kolmogorov Smirnov debido a que el tamaño muestral fue de 60 viviendas el cual indica que fue mayor a 50. De la misma forma se empleó la prueba de gráficos mediante QQ plots.

Tabla 3

Prueba de normalidad mediante Kolmogorov Smirnov

Cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa	Factor	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	Gl	Sig.
	3500,00	0,109	60	0,074
	4000,00	0,113	60	0,055
	5000,00	0,111	60	0,062

Fuente: Elaboración propia procesado en el programa SPSS 23

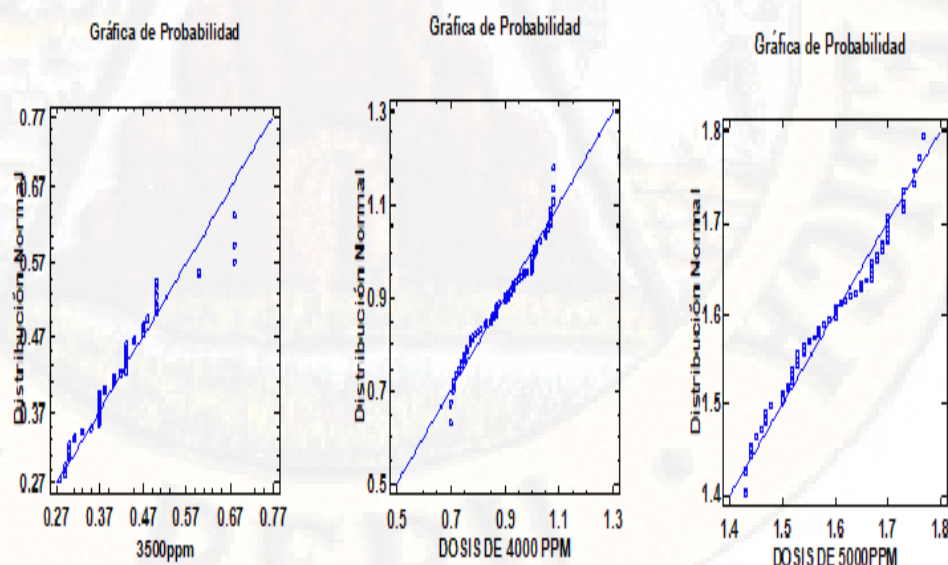


Figura 14. Diagrama de QQ plots de las diferentes dosis para contrastar la normalidad

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En este apartado se pudo observar mediante el grafico QQ plot, en donde el sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga-Huancavelica presentan una distribución normal en las 3 dosis diferentes empleadas en la investigación, esto debido a que dichas concentraciones de cloro residual libre tienden a acercarse a la línea de tendencia central.

De la misma forma se pudo señalar que para dosis de 3500 ppm, 4000 ppm y 5000 ppm se obtuvieron; P valores de 0.074, 0.055 y 0.062 respectivamente, el cual fue procesado mediante el estadístico Kolmogorov Smirnov. lo que indica que las concentraciones de cloro residual libre en las tres diferentes dosis cumplen con el supuesto de normalidad ya que el P valor fue superior al nivel de significancia de 0.05, por lo que se empleó una prueba paramétrica ANOVA con una distribución de F de Fisher y una prueba pos hoc de Tukey.

4.2.1.2.Prueba de homogeneidad

Tabla 4

Prueba de homogeneidad de varianza del cloro residual libre

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,808	2	177	,063

Fuente Elaboración propia procesada en el programa SPSS 23

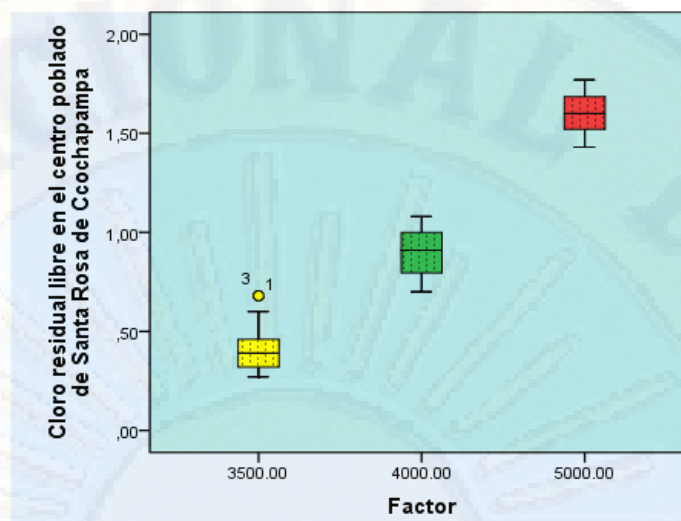


Figura 15. diagrama de caja y bigotes del cloro residual libre

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En este gráfico de caja y bigotes podemos observar que las distribuciones de los datos en las diferentes dosis son homogéneas ya que tienden a tener el mismo tamaño de caja, de la misma forma se pudo señalar que existe variación de los datos ya que las medianas se encuentran en diferentes ejes horizontales. Asimismo, podemos señalar que a una dosis de 3500 ppm se obtuvieron concentraciones bajas menores a los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA con la presencia de datos atípicos por encima del bigote superior, mientras que a una dosis de 4000 ppm se encontraron concentraciones dentro de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA, sin presencia de datos atípicos y a una dosis de 5000 ppm pudimos ver que las concentraciones de cloro residual superaron los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA. Por lo que se puede recalcar que el sistema de cloración funcionando a 30 ml/min la dosis óptima fue de 4000 ppm ya que a estas concentraciones las 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica cuentan con agua potable de buena calidad.

De la misma forma mediante la prueba de Leven se obtuvo que los datos en las tres diferentes dosis aplicadas en el sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito

de Anchonga - Huancavelica cumplen con el supuesto de homogeneidad y homocedasticidad por lo que se aplicó la prueba paramétrica ANOVA, ya que el P valor fue de 0.063 el cual es mayor al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los datos son homogéneos.

4.2.1.3. Prueba de residuos

RESUMEN DE CONTRASTES DE HIPÓTESIS

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	la distribución de prueba de residuos es normal con la media 0.00000 y la desviación estándar 0.116	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	0.002	Rechace la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es 0.5

Lilliefords corregido

Figura 16. Prueba de residuos

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En este apartado mediante el análisis de residuos de Kolmogorov Smirnov con reajuste de Lilliefors corregido se pudo verificar que dichos residuos de cloro residual libre con una media de cero no cumplen con la normalidad, lo que indica que; se debe de verificar y contrastar los supuestos de homogeneidad y normalidad. En casos que cumpla con dichos supuestos se empleará la prueba paramétrica de lo contrario se aplicará una prueba no paramétrica. De la misma forma se puede señalar que; si la prueba de residuos fuese mayor al nivel de significancia de 0.05 ya no sería necesario realizar una prueba de supuestos de varianza.

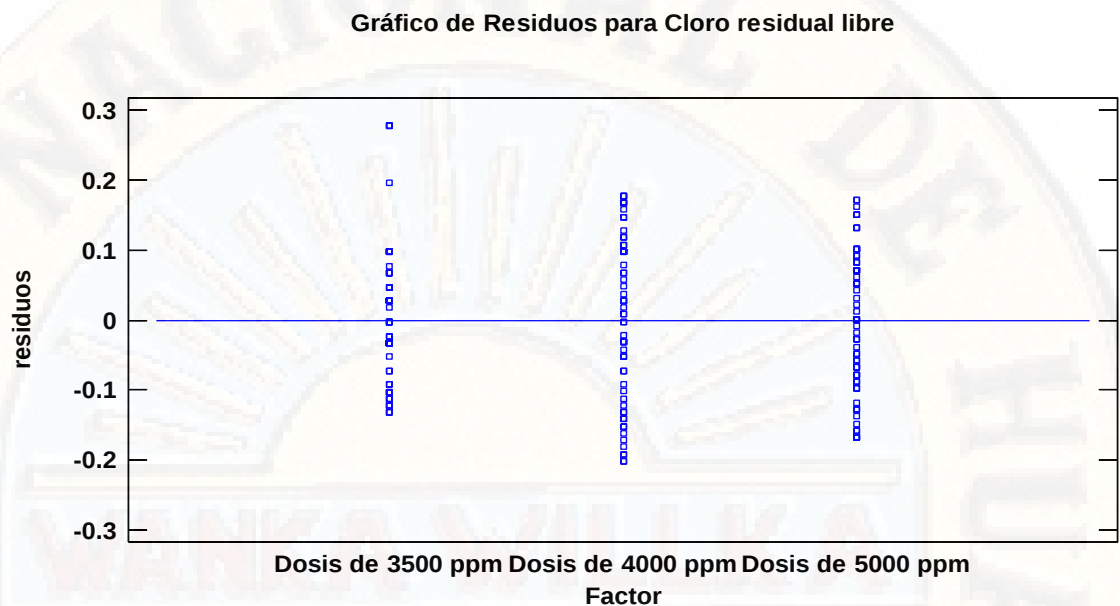


Figura 17. Diagrama de residuos

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

En el diagrama de residuos se pudo observar que los datos que representan a los residuos del cloro residual libre presentes en los grifos de las 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica, no cumplen con el supuesto de normalidad ya que el P valor es menor a 0.05. esto se debe también a que los residuos a una dosis de 3500 ppm son asimétricos respecto a la dosis de 4000 y 5000 ppm.

4.2.2. Prueba inferencial de la dosis óptima de cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa.

✓ **Planteamiento de la hipótesis estadística**

Hipótesis nula (H_0): No existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga –Huancavelica.

Hipótesis alterna (Ha): Si existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga –Huancavelica.

✓ **Prueba de hipótesis de dos colas**

Para:

$$H_0: \mu_{3500 \text{ ppm}} \text{ o } \mu_{4000 \text{ ppm}} \text{ o } \mu_{5000 \text{ ppm}},$$

$$H_a: \mu_{3500 \text{ ppm}} \neq \mu_{4000 \text{ ppm}} \neq \mu_{5000 \text{ ppm}},$$

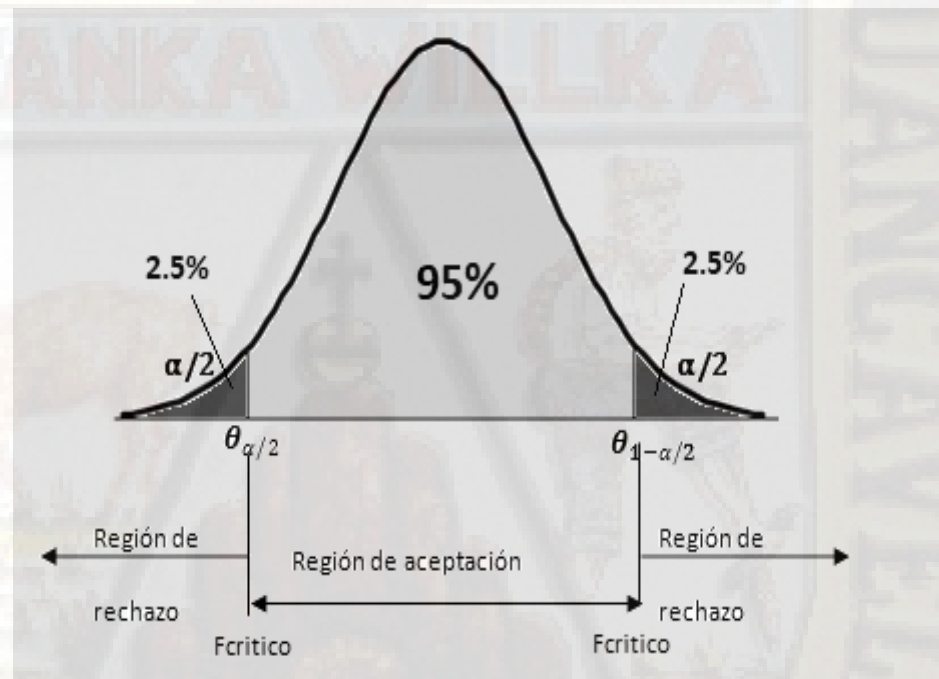


Figura 18. Campana de gauss de cloro residual libre

Fuente: Elaboración propia procesada en “SPSS ver 23”.

✓ **Contrastación de hipótesis mediante la prueba “F de Fisher-ANOVA”**

se tuvo en consideración lo siguiente:

- Si “P valor o Sig” es < 0.05 ; se acepta la hipótesis alterna H_a y se rechaza la hipótesis nula.

- Si “P valor o Sig” es > 0.05 ; se rechaza la hipótesis alterna H_a y se acepta la hipótesis nula

Tabla 5

Prueba de Ficher - ANOVA de un factor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	43.2514	2	21.6257	1905.55	0.0000
Intra grupos	2.00873	177	0.0113488		
Total (Corr.)	45.2602	179			

Fuente; Elaboración propia procesado en el programa Statgraphic centurión

La tabla ANOVA descompone la varianza de cloro residual libre en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1905.55, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Cloro residual libre entre un nivel de Factor (dosis) y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

➤ Prueba Post Hoc

Tabla 6

Prueba pos hoc de Tukey de cloro residual libre

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa						
HSD Tukey						
(I) Factor	(J) Factor	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
3500,00	4000,00	-,49933*	,01945	,000	-,5453	-,4534
	5000,00	-1,19533*	,01945	,000	-1,2413	-1,1494
4000,00	3500,00	,49933*	,01945	,000	,4534	,5453
	5000,00	-,69600*	,01945	,000	-,7420	-,6500
5000,00	3500,00	1,19533*	,01945	,000	1,1494	1,2413
	4000,00	,69600*	,01945	,000	,6500	,7420

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia procesada en el programa SPSS 25

En esta tabla de Tukey podemos observar que se experimentó con tres dosis diferentes de 3500 ppm, 4000 ppm y 5000ppm en dónde se observó que haciendo una comparación entre todos los grupos analizados de dos en dos grupos se vio que existe diferencia significativa y que a una dosis de 3500 ppm se encontraron bajas concentraciones de cloro residual los cuales estuvieron debajo de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA, a una dosis de 4000 ppm se encontraron cloro residual libre por encima del valor mínimo y por debajo del valor máximo de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA y a una concentración de 5000 ppm se pudo observar que dichas concentraciones de cloro residual se encontraron por encima de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA. De la misma forma podemos mencionar que la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa distrito de Anchonga - Huancavelica es de 4000 ppm funcionando a 30 ml/min.

Cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa				
Factor	N	HSD Tukey ^a		
		Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
3500,00	60	,4028		
4000,00	60		,9022	
5000,00	60			1,5982
Sig.		1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 60,000.

Fuente: Elaboración propia procesada en el programa SPSS 25

En este apartado se pudo observar mediante la prueba pos hoc de Tukey que existe diferencia significativa entre las tres dosis de cloro que se suministraron en el sistema de cloración del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.

✓ **Decisión estadística**

Se observó de acuerdo al estadístico ANOVA, que existe diferencia significativa entre los tres experimentos los cuales fueron a 3500 ppm, 4000 ppm y 5000 ppm, ya que el P valor o Sig fue menor al nivel de significancia de 0.05. de la misma forma se pudo observar mediante la prueba pos hoc de Tukey que la concentración óptima fue de 4000 ppm poniendo en funcionamiento el sistema de cloración a 30 ml/min. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna la que menciona que; Si existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga – Huancavelica.

✓ **Conclusión estadística**

Se concluye que, si existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica funcionando a 30 ml/min, la cual es de 4000 ppm de cloro.

4.3. Discusión de resultados

Dentro de los resultados encontrados para cloro residual libre a dosis de cloro 3500 ppm poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica se encontró que el 83.33% estuvo por debajo de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA (reglamento de la calidad de agua para consumo humano) y tan solo el 16.67% estuvo dentro de los valores que establece dicho reglamento, esto dice los mismo por Aguilar (2015), en su investigación “*Modelación para Evaluar Cloro residual libre en la Red Principal del Sistema de Agua Potable de Buenavista, Canton Pasaje, provincia de El Oro-Ecuador*” obtuvo que la disminución de la velocidad del agua en la tubería a causa de los bajos consumos por parte de la población a

primeras horas de la mañana, originaria la disminución en la concentración del C.L.R. a tal punto de estar por debajo a lo indicado en la normativa vigente, Por su parte y según a las concentraciones registradas de cloro libre residual, se menciona que los habitantes de la parroquia Buenavista y La Victoria no consumen agua con C.L.R. según a los valores mínimos indicados en la normativa vigente.

Asimismo, para cloro residual libre a dosis de cloro 4000 ppm poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica se pudo observar que tan solo el 23.33% estuvo por encima de los valores que establece el DS N° 031-2010-SA (reglamento de la calidad de agua para consumo humano) y el 76.67% estuvo dentro del reglamento. De la misma forma Hernández, (2004), en su investigación *“Calibración de Cloro residual libre en Sistemas de Distribución de Agua Potable”*, concluyo que el decaimiento de cloro en las partes alejadas a la aplicación del desinfectante, esta situación es debido a la falta protocolar al momento de variar la concentración de cloro, es decir la variación se realiza al azar; lo cual generaría la desprotección de la red de distribución. En los sectores que se han registrado valores de cloro residual libre menores a 0.2 mg/l, se estabilizan evidenciando valores por encima de lo mínimo según lo indicado en la normativa vigente lo cual viene a ser de forma permanente.

Por otro lado, para cloro residual libre a dosis de cloro 5000 ppm poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica se pudo observar que el 100 % estuvo por encima de los valores que establece el DS N° 031 -2010-SA (reglamento de la calidad de agua para consumo humano). De la misma forma Pérez y Ramos (2018). en su tesis *“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”* señaló que existe un incumplimiento del reglamento antes mencionado pues no se llega a lo establecido en ello respecto al cloro residual libre (el 90% de muestras

≥ 0.5 mg/l y el 10% de muestras restante ≥ 0.3 mg/l). Nuestros resultados indican que el 90 % de muestras son menores a 0.5 mg/l y el 10% restante en 3 quincenas superan a 0.3 mg/l a excepción de la segunda quincena, en tal sentido se obtuvo la hipótesis alterna, diversos factores son influyentes en este resultado, como la falta de capacitación al personal técnico operador, falta de presupuesto, el descuido por parte de los miembros de la JASS, falta de interés y no hay trabajo conjunto. Por lo que coinciden con la investigación desarrollada en esta investigación ya que a 3500 y 5000 ppm pudimos observar que hay un incumplimiento del reglamento estipulado por el estado peruano.

CONCLUSIONES

- Se encontró que de las 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica al suministrar 3500 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en el sistema de agua con hipoclorador por goteo el 83.33% estuvo por debajo de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA y tan solo el 16.67% estuvo dentro del rango permitido.
- Se encontró que de las 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica al suministrar 4000 ppm se
- puede observar que tan solo el 23.33% estuvo por encima de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA y el 76.67% estuvo dentro del estándar permitido.
- Se encontró que de las 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica al suministrar a 5000 ppm se puede observar que el 100% de viviendas presentaron cloro residual libre por encima de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA.
- Se obtuvo una dosis óptima para agua potable el cual fue de 4000 ppm en la cual el 100% de viviendas tomarían durante las 24 horas del día agua potable de buena calidad.

RECOMENDACIONES

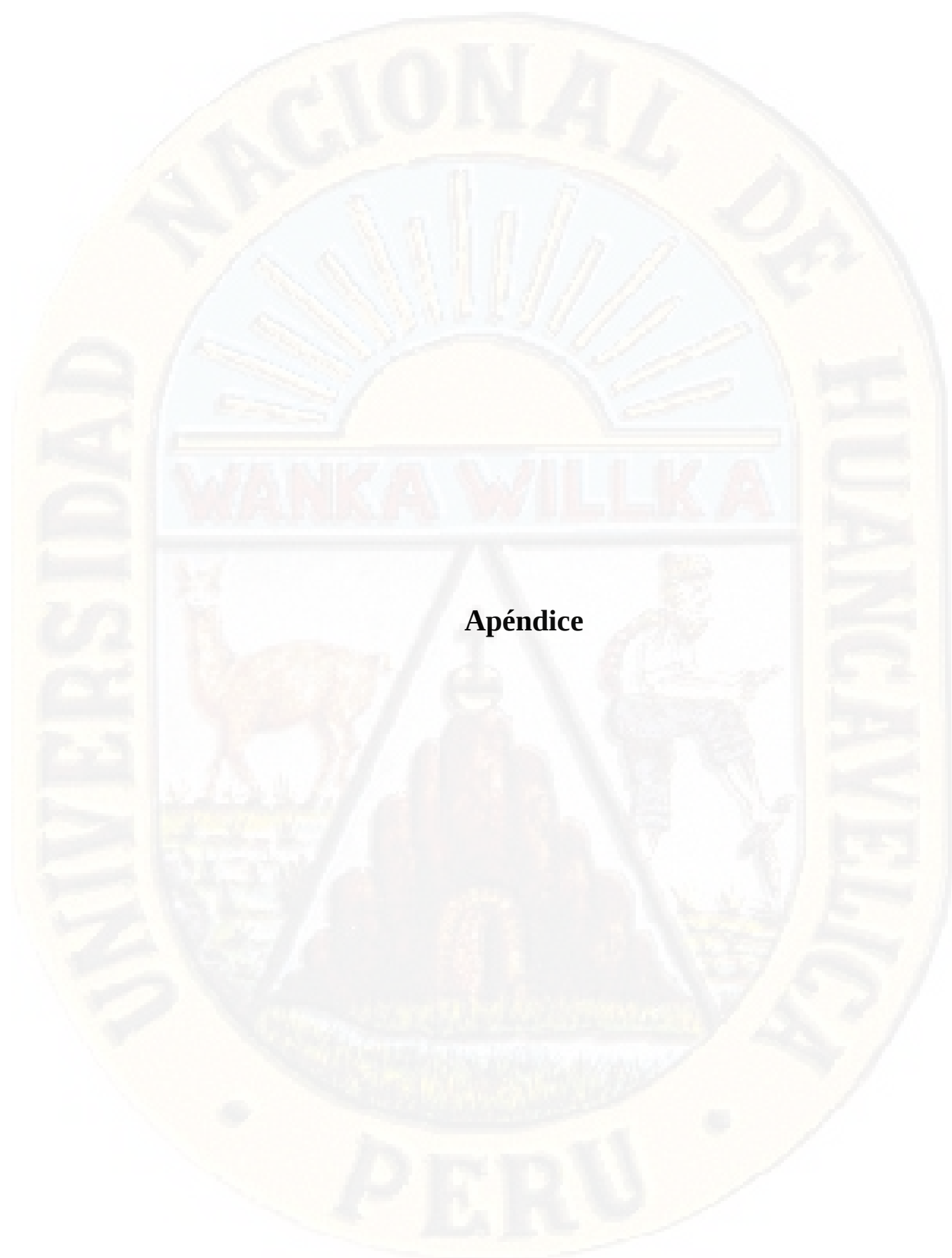
- Se recomienda al operador técnico de la JASS del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, controlar el caudal del hipoclorito de calcio según el consumo de la población con el fin de conservar mejor la cantidad de cloro residual mínimo y máximo en las redes de distribución.
- Para la JASS del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica se recomienda, asistir y realizar la capacitación de su personal encargado de llevar a cabo el proceso de cloración, tienen que trabajar de la mano con entidades del área, de igual manera asistir programas, charlas, eventos, capacitaciones, etc., en temas de calidad de servicio de agua para consumo humano.
- Se recomienda gestionar o adquirir un clorímetro para la medición de cloro residual libre, para así monitorear de manera permanente y evitar tener concentraciones de cloro residual libre fuera de los rangos establecidos por el reglamento.
- Se recomienda a los pobladores del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica, consumir adecuadamente el agua y así evitar el consumo excesivo o exagerado ya que el recurso hídrico es vital para la salud y debemos mantenerla.

REFERENCIAS

- Aguilar, J. (2015). *Modelación para Evaluar Cloro Residual en la REd Principal de Sistema de Agua Potable de Buenavista, Canton Pasaje, Provincia de El Oro*. Machala, El Oro, Ecuador.
- Aguirre, P. d. (1989). *Manual 8: Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento*. México.
- Alcocer, V., & Tzatchkov, V. (2004). *Modelo de calidad del agua en redes de distribución*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Alesina, L., Bertoni, M., Mascheroni, P., Moreira, N., Piacasso, F., & Ramirez, J. (2011). *Metodología de la investigación en ciencias sociales*. Montevideo: Universidad de la República.
- Baños, D. (2016). *Modelado Hidráulico y Simulación de la Calidad del Agua en una Red de Abastecimiento Municipal: Implementación y validación del método en el Municipio de Alcantarilla*. Cartagena.
- Belen, M., & Cabrera, A. (2018). *Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizando el SPSS*. Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- Belli, G. (2015). Nonexperimental quantitative Research. *K4Health. Knowledge for health*, 59-77.
- Canepa, L., CEPIS, & OPS. (2016). *Operación de plantas convencionales y de tecnología apropiada*.
- Ccanto Mallma, G. (2017). *Metodología de Investigación Científica en Contabilidad - Proyecto de Tesis*. Huancayo: Vision Peruana.
- Ccanto, G. (2017). *Metodología de la investigación científica en contabilidad*. Huancayo : Vision peruana.
- Dirección General de Salud Ambiental . (2016). *Reglamento de la calidad de agua para consumo humano* . Lima: Ministerio de Salud.
- Fuente, A. (2017). *El agua en el Universo*. Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento.
- García, F. (2019). *Modelo De Decaimiento De Cloro Libre En La Red De Distribución De Agua Potable En La Ciudad De Azogues*, Ecuador.

- Guanuchi, C., & Ordoñez, J. (2017). *Evaluación del Cloro Residual en la Red de Distribución de Agua Potable del Canton Azogues a traves de un Modelo Experimental*. Cuenca - Ecuador.
- Hernandez, H. J. (2017). *Calibración de cloro residual en Sistemas de Distribución de Agua Potable*. Medellin, Colombia.
- Hernandez, R. (2015). *Metodologia de la investigacion*. Punta de Santa Fe: S.A. DE C.V.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.
- Inca, H., & Ulloa, S. (2018). *Modelamiento y Simulación de la Concentración de Cloro Residual en la Red de Agua del Caserio de Pueblo Nuevo - Santiago de Chuco*. Trujillo.
- Jimenez, J. (2017). *Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. México.
- Kim, H., Kim, S., & Koo, J. (2016). *Predicción de la concentración de cloro en diversas condiciones hidráulicas para un sistema de distribución de agua a escala piloto*. Science Direct,Londres.
- Modelo de Saneamiento Básico Integral. (2018). *Hipoclorado por goteo con flotador*. Lima: Proyecto SABA.
- Monteiro, L., Figueiredo, D., Dias, S., Freitas, R., Covas, D., Menaira, J., & Coelho, S. (2015). *Modelado de la descomposición del cloro en los sistemas de suministro de agua potable utilizando*. ScienceDirect, Londres.
- Niño, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Perez, R., & Ramos , G. (2018). *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*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Rodríguez, E. (2015). *Variabilidad Temporal De Cloro Residual Y Presencia De Fe, Cu Y Mn En Una Red De Distribución De Agua Potable En Ciudad Del Carmen, Campeche*. Ciudad del Carmen, Campeche, México.
- Romero Saldaña, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Enfermeria de trabajo*, 36.
- Sabino, C. (2009). *El proceso de la investigacion*. (primera, Ed.) Panapo: Editorial panamericana.
- Sánchez, L., Rodríguez, S., Escobar, J., & Torres, P. (2010). *Modelación del cloro residual y subproductos de la desinfección en un sector piloto del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Cali*. Ingenieria y Competitividad.

- Sanford, F. (1999). *The scientific method and limitations*. Stanford Junior University, 1-21.
- Tzatchkov, V., & Alcocer, V. (2004). *Decaimiento del cloro por reacción con el agua en redes de distribución*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Tzatchkov, V., & Arreguín, F. (1996). *Modelo de la calidad del agua en redes de distribución*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Valderrama, S. (2012). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos.
- Vera, L. (2015). *Modelación del comportamiento hidráulico y calidad del agua en la Red de Distribución del Sistema de AAPP de la Parroquia Torata, Canton Santa Rosa, Provincia de el Oro*. Canton Santa Rosa, Provincia en el Oro, Ecuador.
- Vidal, R., Martínez, F., & Ayza, M. (2016). *Aplicaciones de los modelos de calidad en la simulación de las redes de distribución de agua potable*. Ingeniería del Agua.



Apéndice

APENDICE 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Problema General: ¿Cuál es la dosis óptima de cloro en el sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica?	Objetivo General: Determinar la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica. Objetivos Específicos: Determinar el cloro residual libre a una dosis de 3500 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica. Determinar el cloro residual libre a una dosis de 4000 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica. Determinar el cloro residual libre a una dosis de 5000 ppm de cloro poniendo en funcionamiento a 30 ml/min en un sistema de agua con hipoclorador por goteo en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga -Huancavelica.	Hipótesis Nula H_0 No existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica funcionando a 30 ml/min. Hipótesis alterna (H_a) Si existe una dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica funcionando a 30 ml/min.	Variables Independiente Dosis óptima de cloro Variable dependiente Cloro residual libre	Tipo de Investigación: Básico Nivel de Investigación: Explicativo Método General: Método científico Diseño Experimental	Población: • 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica. Muestra: 60 viviendas del Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga - Huancavelica Muestreo: muestreo no probabilístico	Técnicas: Observación Fichaje Instrumentos: Clorímetro Software: Water Cad Prueba de Normalidad. - Shapiro Wilk Prueba de Hipótesis Prueba de medias Distribución Anova y Tukey

APENDICE 2: Propuesta de instrumento

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

HIPOCLORADOR POR GOTEO CON FLOTADOR; BOMBA ELÉCTRICA; 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: _____

N° de familias en la comunidad: _____

N° familias con acceso a agua potable: _____

PROVINCIA: _____

% Familias con UBS s/arrastre hidráulico: _____

% Familias con UBS c/arrastre hidráulico: _____

DEPARTAMENTO: _____

Caudal de ingreso al reservorio (Qi)= litros/seg

MES:

AÑO:

DIA	FECHA	Qi (L/s)	RECARGA SOLUCION MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE: mg/l.				Qg (ml/min)	OBSERVACIONES	FIRMA
			Hipoc. Calcio GRAMOS	AGUA LITROS	RESER- VORIO	PRIMERA CASA	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA			
	1										
	2										
	3										
	n										

Responsable: _____
Nombre y Apellidos Firma

V°B° Salud _____
Nombre y Apellidos Firma

Fiscal JASS _____
Nombre y Apellidos Firma

Área Técnica de Saneamiento (ATM) _____
Nombre y Apellidos Firma

APENDICE 3: Equipos y reactivos utilizados para el monitoreo de cloro residual

COMPARADOR DE CLORO



PROBETA Y DISCO CIRCULAR



REACTIVOS DPD



RECIPIENTE GRADUADO



GPS SATELITAL



CLORO AL 70%



APENDICE 4: Proceso de instalación de las partes del sistema de cloración

Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Tanque de solución madre de cloro		

Fotografía N° 1: Vista panorámica del sistema de cloración ya rehabilitado.



Fotografía N° 2: Se realizó la limpieza de la parte externa del tanque Rotoplas para poder realizar la cloración.



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Línea de dosificación		

Fotografía N° 1: Se cambió la línea de dosificación como se ve en la imagen. Se puso el tapón adaptado de pvc.



Fotografía N° 2: Se cambió el grifo para poder calcular la dosis de la solución clorada. Se puso dos uniones universales para que puedan realizar el proceso de mantenimiento.



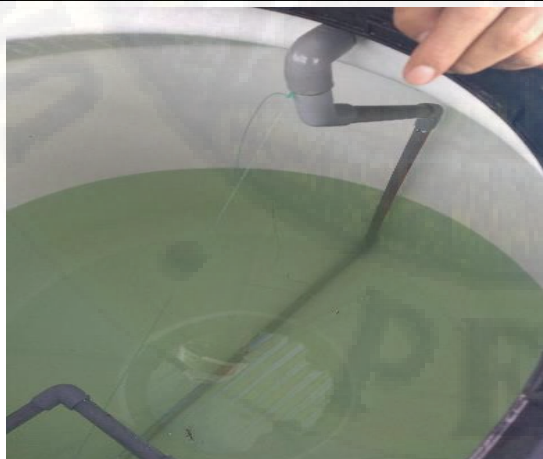
Fotografía N° 3: Se cambió la llave de paso, esta llave sirve para poder graduar las gotas que se necesita para la cloración.



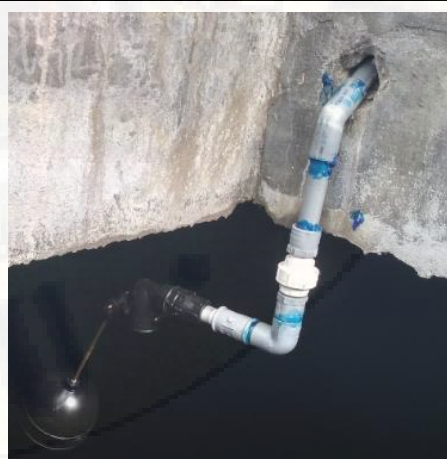
Fotografía N° 4: El flotador, la línea de soporte se encuentran en buenas condiciones. Se encuentra operativos.



Fotografía N° 5: La línea de soporte se encuentra en condiciones buenas. La adaptación se hizo de acuerdo a la forma del tanque Rotoplas.



Fotografía N° 6: Se instaló el cierre automático para la solución madre, el cierre permite no gastar la solución madre cuando el reservorio se encuentre lleno.



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Línea de alimentación		

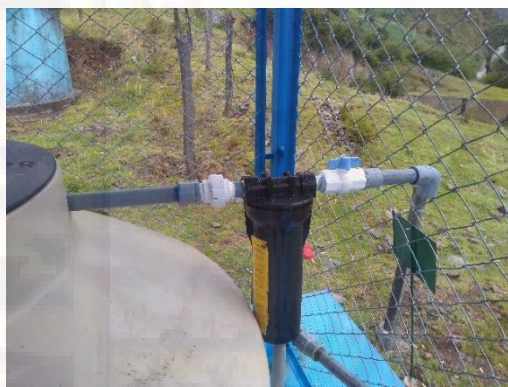
Fotografía N° 1: Se puso la abrazadera 2" para poder realizar la conducción del agua hacia el tanque rotoplas y poder preparar la solución al 70%.



Fotografía N° 2: Se cambió la línea de alimentación con tuberías nuevas de pvc de ¾".



Fotografía N° 3: Se cambió el filtro que se encuentra antes del ingreso al tanque Rotoplas. Permite retener solidos suspendidos.



Fotografía N° 4: Se cambió la unión universal de ¾ y una llave de paso de ¾". La llave de ¾ permite hacer el llenado al tanque Rotoplas. Y la unión universal sirve para poder hacer mantenimiento.



Fotografía N° 5: Se utilizó unos pequeños ganchos para poder fijar la tubería.



Fotografía N° 6: de igual forma se utilizó ganchos en la pared del reservorio para poder asegurar la tubería



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Purga		

Fotografía N° 1: Se realizó la instalación de la línea de purga, se cambió la llave de paso, unión universal y accesorios que se adecuaron para la salida. De esta forma trabajar normalmente el sistema de cloración.



Fotografía N° 2: Vista panorámica de la línea de purga. Se puede apreciar que la tubería de purga se encuentra fijado a la parte superficial del reservorio.

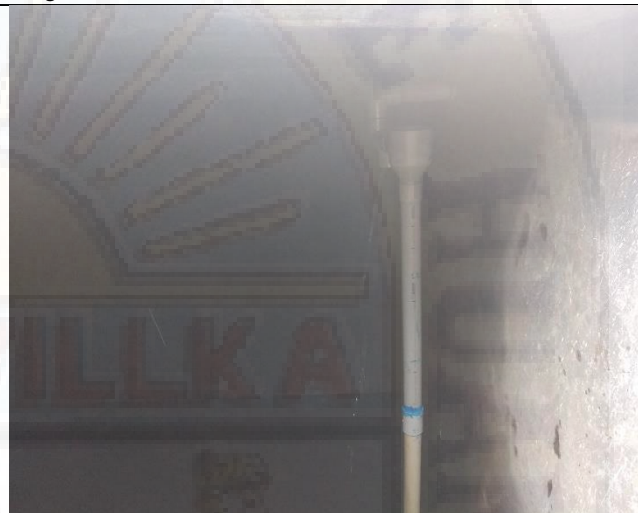


Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Nivel estático		

Fotografía N° 1: se instaló el Cierre automático para no desperdiciar la solución madre cuando el agua tiene a llenar hasta el volumen útil..



Fotografía N° 2: de igual forma se implementó el Nivel estático que sirve para poder eliminar el agua cruda, permite mantener el agua clorada dentro del reservorio.



Fotografía N° 3: Vista panorámica del nivel estático.



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
-------------------	---------------------------	-----------------	---------------------------

Fotografía N° 1: Vista panorámica del Centro poblado de Santa Rosa de Ccochapampa



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Panorámicas		

Fotografía N° 1: Vista panorámica del reservorio y sistema de cloración.



Fotografía N° 2: Instalación del grifo dentro de la caja de válvulas del reservorio para poder medir el cloro residual.



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual día (9 de Enero 2020) C=3500		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en el reservorio.



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la primera vivienda.



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda.



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (19 de Enero 2020) C=3500		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio.



Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (01 de Febrero 2020) C=3500		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la escuela



Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (3 de Febrero 2020) C=4500		

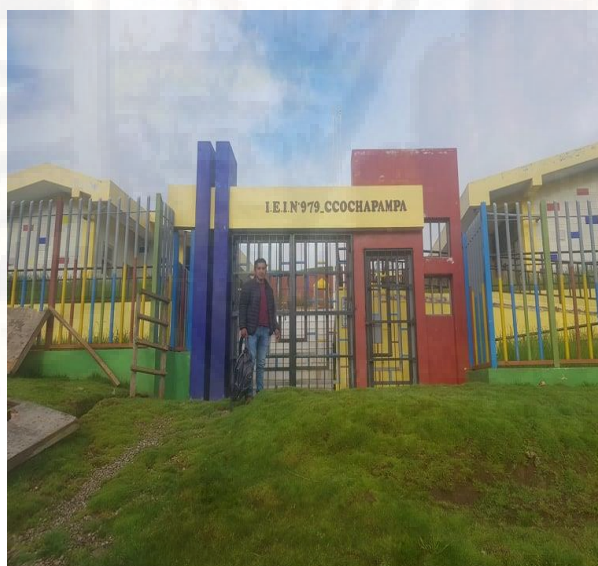
Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la escuela

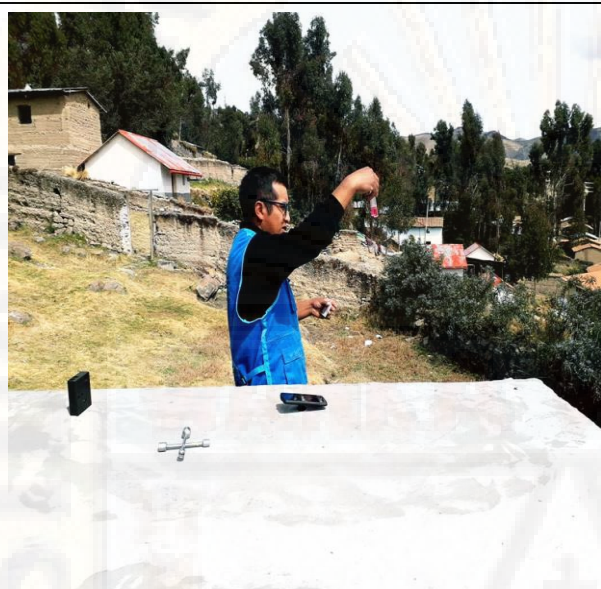


Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (13 de Febrero 2020) C=4500		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la escuela



Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (26 de Febrero 2020) C=4500		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la escuela



Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (28 de Febrero 2020) C=5000		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la escuela



Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (28 de Febrero 2020) C=5000		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio, el valor obtenido se encuentra muy alto con presencia de cloro.



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la escuela

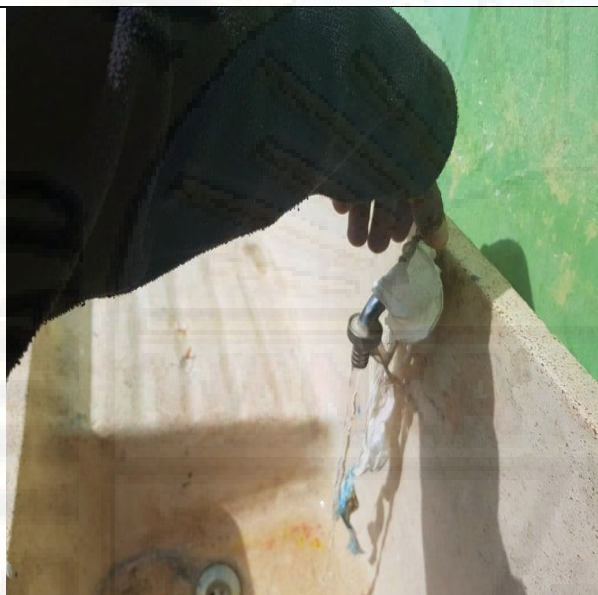


Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda, tiene de igual forma un valor muy alto.



Nombre del CC PP:	Santa Rosa de Ccochapampa	Tipo de sistema	HIPOCLORADOR CON FLOTADOR
Componente	Seguimiento cloro residual (28 de Febrero 2020) C=5000		

Fotografía N° 1: Medición de cloro residual en la primera vivienda cerca al reservorio



Fotografía N° 2: Medición de cloro residual en la vivienda intermedia.

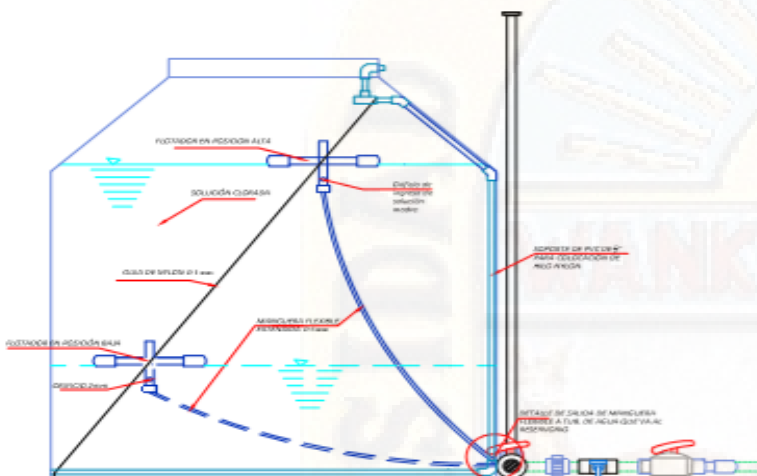


Fotografía N° 3: Medición de cloro residual en la escuela

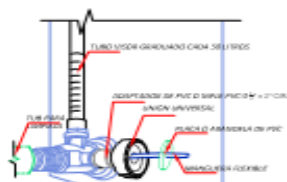


Fotografía N° 4: Medición de cloro residual en la última vivienda





ESQUEMA DEL SISTEMA DE CLORACIÓN CON FLOTADOR



DETALLE DE SALIDA DE MANGUERA FLEXIBLE A TUB. DE AGUA QUE VA AL RESERVORIO



VISTA EN PLANTA DEL FLOTADOR

ACCESORIOS	UNID.	CANT.
SOPORTE DE HILO NYLON		
Tubo de PVC $\Phi 1/2"$ longitud igual a la altura del tanque dosador	und.	01
Tubo de PVC $\Phi 1/2"$ longitud diam. del tanque dosador	und.	01
Tubo de PVC $\Phi 1/2"$ (longitudes de 4, 7, 10 cm)	und.	01
Codo de PVC x $90^\circ \Phi 1/2"$	und.	01
Codo de PVC x $45^\circ \Phi 1/2"$	und.	02
Codo mero de PVC x $90^\circ \Phi 1/2"$	und.	01
Tapón de PVC de $\Phi 1/2"$ hembra	und.	01
Tee de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	01
Hilo nylon	m.	2.0
ACCESORIOS DE MEDICIÓN DE CLORO EN EL RESERVORIO Y FIJACIÓN DE LA TUBERÍA		
Abrazadera de derivación PVC de $\Phi 1/2"$ salida del reservorio a $\Phi 1/2"$ para instalación de un grifo para medir cloro a la salida del reservorio	und.	01
Adaptador de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	01
Unión mero de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	01
Grifo de bronce de $\Phi 1/2"$ c/ rosc.	und.	01
Codo de PVC x $90^\circ \Phi 1/2"$	und.	01
Abrazadera 2 onjes para fijación de tubo de $\Phi 1/2"$	und.	03
Abrazadera 2 onjes para fijación de tubo de $\Phi 3/4"$	und.	03
Terminal autoroscante tamaño 8 por 1"	und.	12
Tirapaja de PVC de 1/4"	und.	12
CONTROL O NIVEL ESTÁTICO		
Cono de rebalse PVC de $\Phi 4"$ x $\Phi 3/4"$ (diámetro de tubería de rebalse)	und.	01
Tee PVC de $\Phi 1/2"$ (diámetro de tubería de ingreso al reservorio)	und.	02
Tubo PVC de $\Phi 1/2"$ x 5m (ingreso a reservorio)	und.	01
Codo PVC x 90° de $\Phi 1/2"$ (diámetro de tubo de ingreso a reservorio)	und.	01

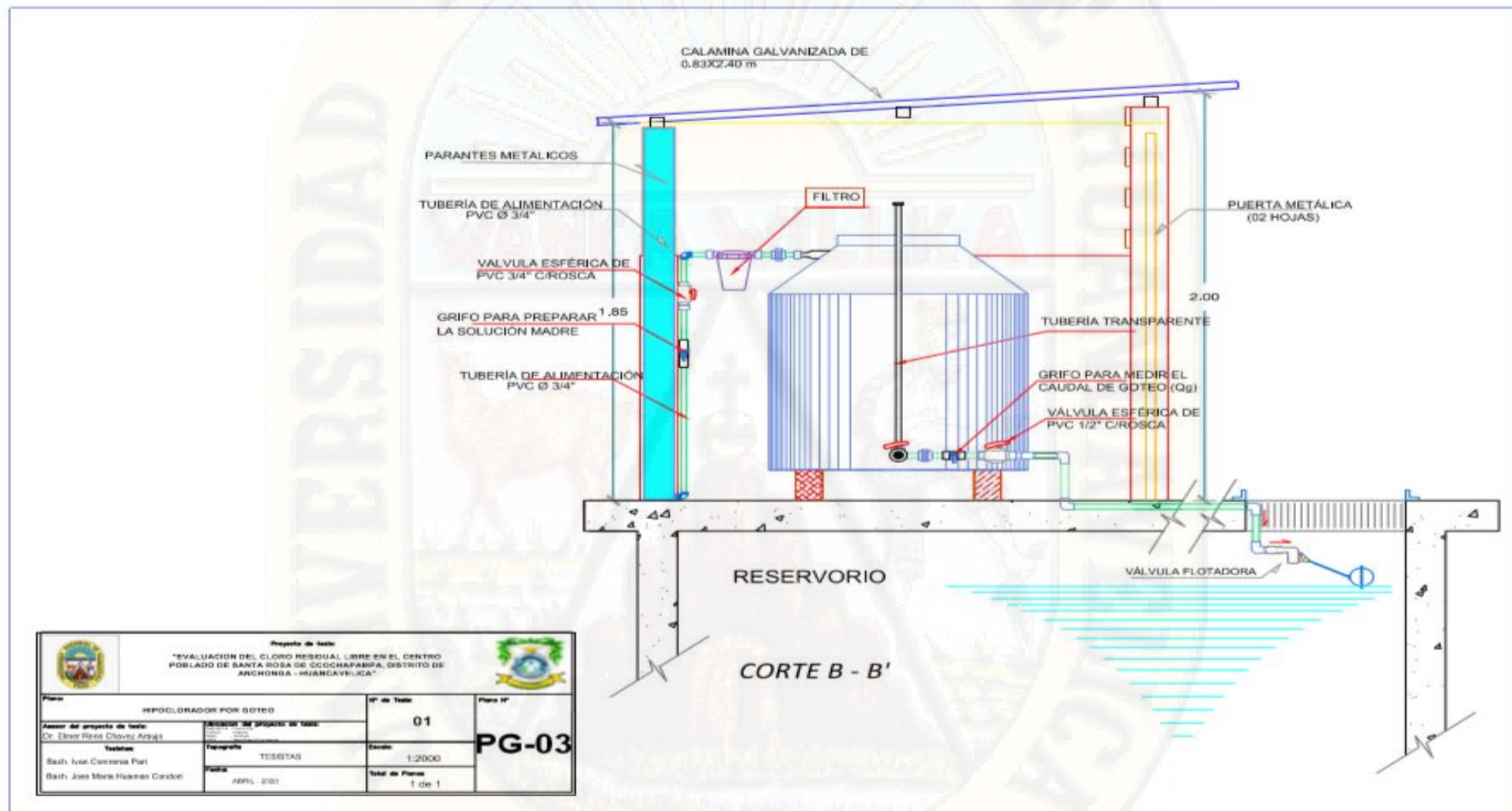
ESQ. ISOMÉTRICO DE TUB.

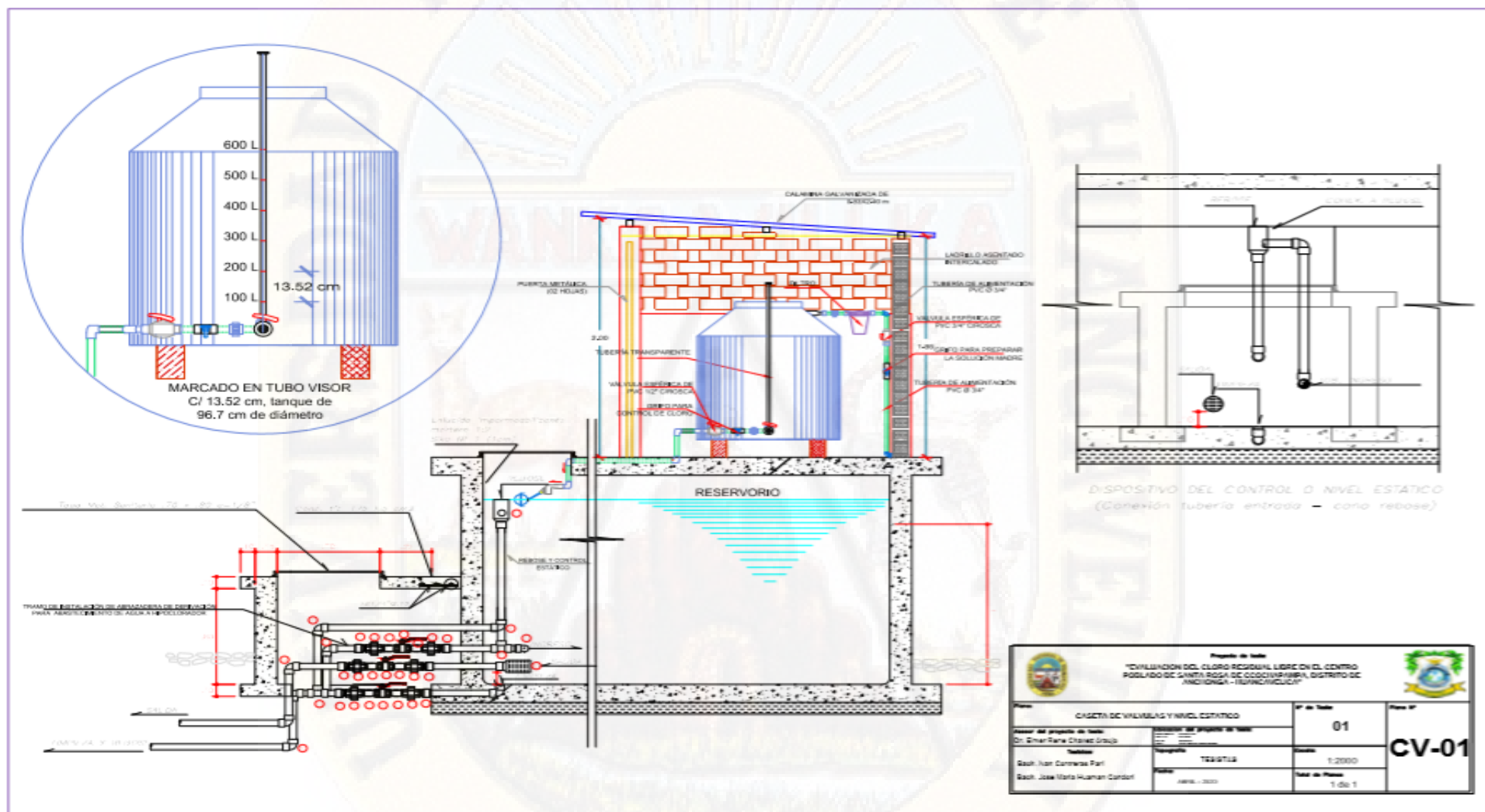
N°	MATERIALES DOSADOR POR GOTEO	UNID.	CANT.
1	Tanque de 500 L con accesorios (multiconector, válvula de seguridad, visor)	und.	01
2	Flotador de PVC de 3/4" (ver materiales en Plano 01)	und.	01
ACCESORIOS			
INGRESO DE AGUA AL TANQUE DOSADOR			
1	Abrazadera de derivación o Tee chubascón PVC de $\Phi 1/2"$ a $3/4"$	und.	01
2	Adaptador de PVC de $\Phi 3/4"$	und.	13
3	Válvula esférica de PVC de $\Phi 3/4"$ c/ rosc.	und.	02
4	Unión universal de PVC de $\Phi 3/4"$ c/ rosc.	und.	03
5	Codo de PVC x $90^\circ \Phi 3/4"$ (incluye 02 und adicionales)	und.	07
6	Filtro (viene incluido con el tanque)	und.	01
7	Tee de PVC de $\Phi 3/4"$	und.	01
8	Reducción de PVC de $\Phi 3/4"$ a $1/2"$	und.	02
9	Unión mero de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	01
10	Grifo de bronce de $\Phi 1/2"$ c/ rosc.	und.	01
11	Codo de PVC x $90^\circ \Phi 1/2"$	und.	01
12	Tubo PVC $\Phi 3/4"$ x 5m	und.	02
SALIDA DEL TANQUE DOSADOR (DE SOLUCIÓN MADRE)			
13	Accesorio multiconector (incluido como accesorio del tanque)	und.	01
14	Niple de PVC de $\Phi 1/2"$ x 2" roscado	und.	01
15	Unión universal de PVC de $\Phi 1/2"$ c/ rosc. - ver detalle placa - manguera	und.	01
16	Adaptador de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	03
17	Tee de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	01
18	Válvula esférica de PVC de $\Phi 1/2"$ c/ rosc.	und.	01
19	Codo de PVC x $90^\circ \Phi 1/2"$	und.	02
20	Unión mero de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	01
21	Grifo de PVC de $\Phi 1/2"$ c/ rosc.	und.	01
22	Tubo PVC $\Phi 1/2"$ x 5m	und.	01
DISPOSITIVO DE DESCARGA DE CLORO EN EL RESERVORIO			
23	Tubo PVC $\Phi 1/2"$ x 5m	und.	01
24	Codo de PVC x $90^\circ \Phi 1/2"$ (incluye 02 adicionales)	und.	05
25	Adaptador de PVC de $\Phi 1/2"$	und.	03
26	Unión universal de PVC de $\Phi 1/2"$ c/ rosc.	und.	01
27	Válvula de seguridad de PVC de $\Phi 1/2"$ c/ brida flotadora (inc. c/ tanque)	und.	01
SALIDA PARA LIMPIEZA			
28	Válvula esférica de PVC de $\Phi 3/4"$ c/ rosc.	und.	01
29	Adaptador de PVC de $\Phi 3/4"$	und.	03
30	Unión universal de PVC de $\Phi 3/4"$ c/ rosc.	und.	01
31	Tubo de PVC de $\Phi 1/2"$ transparente - Visor	und.	01

Nota: Φ es el diámetro de tubería de ingreso al reservorio (1/2")

ACCESORIOS	UNID.	CANT.
FLOTADOR		
Tubo PVC $\Phi 3/4"$ x 20cm	und.	03
Tubo PVC $\Phi 3/4"$ x 10cm	und.	03
Codo de PVC x $90^\circ \Phi 3/4"$	und.	04
Tee de PVC de $\Phi 3/4"$	und.	02
Niple de PVC de $3/4"$ x 5" chubasc.	und.	01
Tapón de PVC de $\Phi 3/4"$ hembra c/ rosc.	und.	01
Tapón de PVC hembra de $\Phi 1/2"$ hembra - (cortar con alicata una copa de $\Phi 1/2"$ a $1/8"$)	und.	01
Manguera flexible (diam. interior 4mm. y exterior 6mm.)	m.	1.5

Proyecto de obra: "CONSTRUCCIÓN DEL CLORO RESIDUAL USAR EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE CÚCUTA (MUNICIPALIDAD DE SANTA ROSA DE CÚCUTA - GUAYARA)"			
Plan:		Plan 01	
Nombre del proyecto de obra: Dr. César Rangel Cruzado		01	
Nombre: Bach. Juan Carlos Páez		1:2000	
Fecha: ABRIL - 2020		1 de 1	





APENDICE 6: Listado de materiales para la implementación del hipoclorador con flotador

 "EVALUACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA, DISTRITO DE ANCHONGA - HUANCABELICA" 				
LISTADO DE MATERIALES HIPOCLORADOR POR GOTEO CON FLOTADOR POR PARTES				
N°	PARTE	Descripción del accesorio	Und	Cant
1	Tanque dosificador de cloro	Adaptadores Φ 1/2" PVC	Und	1
		Codo PVC Mixto Φ 1/2" x 90°	Und	1
		Codo PVC Φ 1/2" x 45°	Und	2
		Codo PVC Φ 1/2" x 90°	Und	1
		Codo PVC Φ 3/4" x 90°	Und	4
		Hilo de nylon de 1 mm de diámetro	m	2
		Lija gruesa	Plgo	0.2
		Manguera Φ 6 mm transparente flexible (pesceras)	m	1.5
		Niple de PVC de Φ 3/4" x 5"	Und	1
		Pegamento para PVC de 120ml	Und	0.25
		Placa circular o arandela PVC (de tapón hembra PVC SAL Φ 4" presión)	Tapón	0.5
		Rollo de teflón	Und	0.75
		Tanque de 600L con accesorios de conexión	Tanque	1
		Tapón hembra de PVC de Φ 3/4" c/ rosca	Und	1
		Tee PVC Φ 1/2"	Und	1
		Tee PVC Φ 3/4"	Und	2
		Tubo de PVC de Φ 1/2" x 5m	Und	0.42
		Tubo de PVC de Φ 3/4" x 5m	Und	0.21
2	Conexiones de ingreso de agua al tanque dosificador	Tubo de PVC transparente de lectura de nivel del tanque	Und	1
		Abrazadera de derivación PVC de Φ " a 3/4"	Und	1
		Adaptadores Φ 3/4" PVC	Und	11
		Codo PVC Φ 3/4" x 90°	Und	8
		Grifos de bronce de 1/2"	Und	1
		Lija gruesa	Plgo	0.2
		Pegamento para PVC de 120ml	Und	0.25
		Reducción PVC 3/4" a 1/2"	Und	2
		Rollo de teflón	Und	2.5
		Tee PVC Φ 3/4"	Und	1
		Tubo de PVC de Φ 3/4" x 5m	Und	2
		Unión mixta PVC Φ 1/2"	Und	1
3	Conexiones de salida de solución clorada del tanque dosificador al reservorio	Unión Universal Φ PVC 3/4" c/rosca	Und	3
		Válvula de paso Φ PVC 3/4" c/R	Und	2
		Adaptadores Φ 1/2" PVC	Und	8
		Codo PVC Φ 1/2" x 90°	Und	4
		Grifo de PVC de Φ 1/2"	Und	1
		Unión mixta PVC Φ 1/2"	Und	1
		Lija gruesa	Plgo	0.2
		Niple de PVC de Φ 1/2" x 2" con rosca	Und	1
		Pegamento para PVC de 120ml	Und	0.25
		Placa circular o arandela PVC (de tapón hembra PVC SAL Φ 4" presión)	Tapón	0.5
		Rollo de teflón	Und	2.5
		Tee PVC Φ 1/2"	Und	1
4	Control o nivel estático	Tubo de PVC de Φ 1/2" x 5m	Und	1
		Unión Universal Φ PVC 1/2" c/rosca	Und	3
		Válvula de paso Φ PVC 1/2" c/R	Und	1
		Codo PVC SAP Φ xx" (control estático)	Und	3
		Cono de rebose	Und	1
		Lija gruesa	Plgo	0.2
		Pegamento para PVC de 120ml	Und	0.25
		Tee PVC SAP Φ xx" (control estático)	Und	1
	Otros	Tubo PVC SAP Φ xx" (control estático)	Und	2
		Abrazadera de derivación PVC de Φ " a 1/2"	Und	1
		Grifo de PVC de Φ 1/2" c/ rosc	Und	1
		Lija gruesa	Plgo	0.2
		Rollo de teflón	Und	0.25
		Tubo de PVC de Φ 1/2" x 5m	Und	0.18

APENDICE 7:

Análisis de información del cloro residual libre a una dosis de 3500

 “EVALUACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA, DISTRITO DE ANCHONGA - HUANCAVELICA” 					
MONITOREO DE CLORO RESIDUAL DEL 09 DE ENERO DEL 2020 AL 01 DE FEBRERO DEL 2020					
N°	DIA 08 DE FEBRERO Vol=600lt	DIA 09 DE ENERO (mg/lt)	DIA 19 DE ENERO (mg/lt)	DIA 01 DE FEBRERO (mg/lt)	PROMEDIO DE LAS TRES MUESTRAS (mg/lt)
V1	SE PREPARÓ LA SOLUCIÓN MADRE PESO DEL CLORO = 3.0 Kg	0.7	0.7	0.6	0.68
V2		0.7	0.7	0.6	0.68
V3		0.7	0.7	0.6	0.68
V4		0.5	0.5	0.5	0.6
V5		0.5	0.5	0.5	0.5
V6		0.5	0.5	0.5	0.5
V7		0.5	0.5	0.5	0.5
V8		0.5	0.5	0.5	0.5
V9		0.5	0.5	0.5	0.5
V10		0.5	0.5	0.5	0.5
V11		0.5	0.5	0.4	0.48
V12		0.5	0.5	0.4	0.47
V13		0.5	0.5	0.4	0.47
V14		0.5	0.5	0.4	0.47
V15		0.5	0.5	0.4	0.47
V16		0.5	0.5	0.4	0.45
V17		0.5	0.5	0.4	0.45
V18		0.5	0.4	0.4	0.43
V19		0.5	0.4	0.4	0.43
V20		0.5	0.4	0.4	0.43
V21		0.5	0.4	0.4	0.43
V22		0.5	0.4	0.4	0.43
V23		0.5	0.4	0.4	0.43
V24		0.5	0.4	0.4	0.43
V25		0.5	0.4	0.4	0.43
V26		0.4	0.4	0.4	0.42
V27		0.4	0.4	0.4	0.4
V28		0.4	0.4	0.4	0.4
V29		0.4	0.4	0.4	0.4
V30		0.4	0.4	0.4	0.4

V31	0.4	0.4	0.3	0.38
V32	0.4	0.4	0.3	0.38
V33	0.4	0.4	0.3	0.37
V34	0.4	0.4	0.3	0.37
V35	0.4	0.4	0.3	0.37
V36	0.4	0.4	0.3	0.37
V37	0.4	0.4	0.3	0.37
V38	0.4	0.4	0.3	0.37
V39	0.4	0.4	0.3	0.37
V40	0.4	0.4	0.3	0.37
V41	0.4	0.4	0.3	0.37
V42	0.4	0.4	0.3	0.37
V43	0.4	0.4	0.3	0.35
V44	0.3	0.4	0.3	0.33
V45	0.3	0.4	0.3	0.33
V46	0.3	0.3	0.2	0.31
V47	0.3	0.3	0.2	0.31
V48	0.3	0.3	0.2	0.3
V49	0.3	0.3	0.2	0.3
V50	0.3	0.3	0.2	0.3
V51	0.3	0.3	0.2	0.3
V52	0.3	0.3	0.2	0.29
V53	0.3	0.3	0.2	0.29
V54	0.3	0.3	0.2	0.29
V55	0.3	0.3	0.2	0.28
V56	0.3	0.3	0.2	0.28
V57	0.3	0.3	0.2	0.28
V58	0.3	0.3	0.2	0.27
V59	0.3	0.3	0.2	0.27
V60	0.3	0.3	0.2	0.27

Análisis de información del cloro residual libre a una dosis de 3500

 "EVALUACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA, DISTRITO DE ANCHONGA - HUANCAVELICA" 					
MONITOREO DE CLORO RESIDUAL DEL 03 DE FEBRERO DEL 2020 AL 26 DE FEBRERO DEL 2020					
N°	DIA 02 DE FEBRERO Vol=600Lt	DIA 03 DE FEBRERO (mg/l)	DIA 13 DE FEBRERO (mg/l)	DIA 26 DE FEBRERO (mg/l)	PROMEDIO DE LAS TRES MUESTRAS
V1	SE PREPARÓ LA SOLUCIÓN MADRE, PESO DEL CLORO = 3.4 Kg	1.1	1.1	1	1.08
V2		1.1	1.1	1	1.08
V3		1.1	1.1	1	1.08
V4		1.1	1.1	1	1.07
V5		1.1	1.1	1	1.07
V6		1.1	1.1	1	1.07
V7		1.1	1	1	1.06
V8		1.1	1	1	1.05
V9		1.1	1	1	1.05
V10		1.1	1	1	1.03
V11		1	1	1	1.02
V12		1	1	1	1.02
V13		1	1	1	1.01
V14		1	1	1	1.01
V15		1	1	1	1
V16		1	1	1	1
V17		1	1	1	1
V18		1	1	1	1
V19		1	1	1	1
V20		1	1	0.9	0.98
V21		1	1	0.9	0.97
V22		1	1	0.9	0.97
V23		1	0.9	0.9	0.96
V24		1	0.9	0.9	0.95
V25		1	0.9	0.9	0.94
V26		1	0.9	0.9	0.93
V27		1	0.9	0.9	0.93
V28		1	0.9	0.9	0.93
V29		1	0.9	0.9	0.92
V30		1	0.9	0.9	0.91
V31		0.9	0.9	0.9	0.91
V32		0.9	0.9	0.9	0.9

V33	0.9	0.9	0.9	0.9
V34	0.9	0.9	0.8	0.88
V35	0.9	0.9	0.8	0.87
V36	0.9	0.9	0.8	0.87
V37	0.9	0.9	0.8	0.87
V38	0.9	0.9	0.8	0.87
V39	0.9	0.9	0.8	0.86
V40	0.9	0.9	0.8	0.85
V41	0.9	0.9	0.8	0.85
V42	0.9	0.8	0.8	0.83
V43	0.9	0.8	0.8	0.83
V44	0.9	0.8	0.7	0.81
V45	0.9	0.8	0.7	0.8
V46	0.8	0.8	0.7	0.79
V47	0.8	0.8	0.7	0.78
V48	0.8	0.8	0.7	0.77
V49	0.8	0.8	0.7	0.77
V50	0.8	0.8	0.7	0.76
V51	0.8	0.8	0.7	0.76
V52	0.8	0.8	0.7	0.75
V53	0.8	0.8	0.7	0.75
V54	0.8	0.8	0.7	0.74
V55	0.8	0.8	0.6	0.73
V56	0.8	0.8	0.6	0.72
V57	0.8	0.7	0.6	0.71
V58	0.8	0.7	0.6	0.71
V59	0.8	0.7	0.6	0.7
V60	0.8	0.7	0.6	0.7

Análisis de información del cloro residual libre a una dosis de 3500

 "EVALUACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE CCOCHAPAMPA, DISTRITO DE ANCHONGA - HUANCAVELICA" 				
MONITOREO DE CLORO RESIDUAL DEL 28 DE FEBRERO DEL 2020 AL 22 DE MARZO DEL 2020				
Nº	DÍA 27 DE FEBRERO Vol=600lt	DIA 28 DE FEBRERO (mg/l)	DIA 28 DE FEBRERO (mg/l)	DIA 28 DE FEBRERO (mg/l)
V1	SE PREPARÓ LA SOLUCIÓN MADRE PESO DEL CLORO = 4.4 Kg	1.8		
V2		1.8		
V3		1.8		
V4		1.8		
V5		1.8		
V6		1.7		
V7		1.7		
V8		1.7		
V9		1.7		
V10		1.7		
V11		1.7		
V12		1.7		
V13		1.7		
V14		1.7		
V15		1.7		
V16		1.7		
V17		1.7		
V18		1.7		
V19		1.7		
V20		1.7		
V21		1.7		
V22		1.7		
V23		1.7		
V24		1.7		
V25		1.6		
V26		1.6		
V27		1.6		
V28		1.6		
V29		1.6		
V30		1.6		
V31		1.6		
V32		1.6		

V33	1.6		
V34	1.6		
V35	1.6		
V36	1.6		
V37	1.6		
V38	1.6		
V39	1.5		
V40	1.5		
V41	1.5		
V42	1.5		
V43	1.5		
V44	1.5		
V45	1.5		
V46	1.5		
V47	1.5		
V48	1.5		
V49	1.5		
V50	1.5		
V51	1.5		
V52	1.5		
V53	1.5		
V54	1.5		
V55	1.5		
V56	1.4		
V57	1.4		
V58	1.4		
V59	1.4		
V60	1.4		