

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**DECAIMIENTO DE CLORO RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CASERÍO 7 DE OCTUBRE,
PUCAYACU –LEONCIO PRADO – HUÁNUCO, PERIODO AGOSTO - OCTUBRE,
2024.**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

ESPINOZA REYNAFARJE, PATRICK LUIS

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 073-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 19 de mayo de 2025, a horas 9:30 a.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“DECAIMIENTO DE CLORO RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CASERÍO 7 DE OCTUBRE, PUCAYACU-LEONCIO PRADO-HUÁNUCO, PERIODO AGOSTO-OCTUBRE, 2024”

Presentado por el Bachiller: **ESPINOZA REYNAFARJE, PATRICK LUIS** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 6 de junio de 2025

Ing. MSc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO
PRESIDENTE

Ing. MSc. ABBY SOLANGE DA CRUZ RODRIGUEZ
MIEMBRO



Ing. MSc. PATRICIA P. ROMERO USHUÑAHUA
MIEMBRO

Ing. MSc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 204 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
DECAIMIENTO DE CLORO RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CASERÍO 7 DE OCTUBRE, PUCAYACU – LEONCIO PRADO – HUÁNUCO, PERIODO AGOSTO - OCTUBRE, 2024	ESPINOZA REYNAFARJE, PATRICK LUIS	21 % Veintiuno

Tingo María, 25 de junio de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**DECAIMIENTO DE CLORO RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CASERÍO 7 DE OCTUBRE,
PUCAYACU –LEONCIO PRADO – HUÁNUCO, PERIODO AGOSTO - OCTUBRE,
2024.**

Autor	: Bach. Espinoza Reynafarje, Patrick Luis
Asesor	: Ing. M.Sc. Zavala Guerrero, Sandra Lorena
Área de investigación	: Gestión ambiental - PICSDS
Grupo de investigación	: Gestión ambiental
Línea de investigación	: Gestión de la contaminación
Lugar de ejecución	: Caserío 7 de Octubre - Pucayacu – Leoncio Prado - Huánuco
Duración del trabajo	: 6 meses
Financiamiento	: S/. 10,610.25
FEDU	: No
Propio	: Si
Otros	: No

DEDICATORIA

*A Dios, por brindarme salud, y
permitirme estar presente,
brindándome su sabiduría para
afrontar los retos que hay en la vida.*

*A mi familia, en especial a mis
padres por brindarme el apoyo económico
y moral para poder cumplir de poco a
poco mis objetivos, por confiar y
respaldar el trabajo que día a día realicé.*

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la majestuosa UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, facultad de Recursos Naturales Renovables, escuela profesional de Ingeniería Ambiental, y a su plana de excelentes docentes por haberme formado profesionalmente, brindándome sus enseñanzas y conocimiento a lo largo de mi formación profesional.

A la Ing. M.Sc. Sandra Lorena Zavala Guerrero por brindarme su asesoramiento y supervisión durante el transcurso de la ejecución de mi trabajo de investigación.

A los miembros del jurado por su apoyo y sus críticas constructivas para la culminación de mi trabajo de investigación.

A toda mi familia, en especial a mis padres, Edy Luis Espinoza Trujillo y Shery Karina Reyna Farje Pereyra por brindarme su apoyo económico y moral durante el transcurso de mi formación profesional.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos.....	1
1.1.1.	Objetivo General.....	1
1.1.2.	Objetivos Especifico	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.1.	Locales	3
2.1.2.	Nacionales.....	3
2.1.3.	Internacionales	5
2.2.1.	Calidad del agua.....	6
2.2.2.	Reglamento de calidad de agua para consumo humano	6
2.2.3.	Límites Máximos permisibles.....	6
2.2.4.	Contaminación del agua.....	7
2.2.5.	Cloro	7
2.2.6.	Cloración.....	7
2.2.7.	Cloro residual.....	7
2.2.8.	Método DPD	8
2.2.9.	Red de distribución de agua.....	8
2.2.10.	Agua potable	8
2.2.11.	Desinfección	8
2.2.12.	Desinfección por medio de cloro	9
III.	MATERIALES Y METODOS	10
3.1.	Lugar de ejecución.....	10
3.1.1.	Ubicación política	10
3.1.2.	Ubicación geográfica	11
3.1.3.	Características de la zona.....	11

3.2.	Materiales, equipos e insumos.....	11
3.2.1.	Materiales.....	11
3.2.2.	Equipos	12
3.2.3.	Insumos	12
3.3.	Criterio de investigación.....	12
3.3.1.	Nivel de investigación	12
3.3.2.	Tipo de investigación.....	12
3.3.3.	Diseño de investigación	12
3.3.4.	Variables de investigación	12
3.3.5.	Operacionalización de variables	13
3.3.6.	Población y muestra.....	14
3.3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.3.8.	Análisis de datos	14
3.4.	Metodología.....	14
3.4.1.	Diagnóstico de la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre	14
3.4.2.	Determinación de los niveles de cloro residual en la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre.....	15
3.4.3.	Comparación de cloro residual establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.....	17
3.4.4.	Determinar las zonas críticas en la red de distribución de agua para consumo humano como resultado del decaimiento de Cloro Residual mediante una zonificación.....	17
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	18
4.1.	Diagnóstico de la red de distribución de agua para consumo del caserío 7 de octubre	18
4.2.	Determinación del grado de cloro residual en la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre.....	22

4.3. Comparación de cloro residual con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.....	25
4.4. Determinación de las zonas críticas en la red de distribución de agua para consumo humano como resultado del Decaimiento de Cloro Residual mediante una zonificación.	28
V. CONCLUSIÓN.....	31
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	32
VII. REFERENCIAS.....	33
VIII. ANEXOS	36

INDICE DE TABLA

Tabla	Página
1. Operacionalización de variables.	13
2. Ubicación de los puntos de muestreo.....	15
3. Parámetro químico.	17
4. Tiempo de muestreo.....	39
5. Estado de conservación de la infraestructura de captación.....	40
6. Estado de conservación de la infraestructura de desarenador.....	41
7. Estado de conservación de la infraestructura de sedimentación.....	42
8. Estado de conservación de la infraestructura de reservorio.....	43
9. Estado de conservación del tanque clorador.....	44
10. Estado de conservación de la red de distribución y conexión domiciliaria.....	45
11. Resultados del primer muestreo en el mes de agosto.....	46
12. Resultados del segundo muestreo en el mes de agosto.....	47
13. Resultados del tercer muestreo en el mes de agosto.....	48
14. Promedio de resultados de los muestreos en el mes de agosto.....	49
15. Resultados del primer muestreo en el mes de septiembre.....	50
16. Resultados del segundo muestreo en el mes de septiembre.....	51
17. Resultados del tercer muestreo en el mes de septiembre.....	52
18. Promedio de resultados de los muestreos en el mes de septiembre.....	53
19. Resultados del primer muestreo en el mes de octubre.....	54
20. Resultados del segundo muestreo en el mes de octubre.....	55
21. Resultados del tercer muestreo en el mes de octubre.....	56
22. Promedio de resultados de los muestreo en el mes de octubre.....	57
23. Promedio de resultados de los muestreos periodo agosto - octubre.....	58

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Mapa de ubicación del caserío 7 de octubre.	10
2. Captación con presencia de malezas, hojarasca, mohos y algas.....	18
3. Desarenador con presencia de suciedad y moho.....	19
4. Sedimentador con presencia de suciedad.....	19
5. Reservorio con presencia de malezas en su entorno.....	20
6. Tanque clorador en buen estado.....	21
7. Conexión domiciliaria con presencia de mohos.....	21
8. Promedio de concentración de cloro residual (mg/L) en el mes de agosto.....	23
9. Promedio de concentración de cloro residual (mg/L) en el mes de septiembre.....	23
10. Promedio de concentración de cloro residual (mg/L) en el mes de octubre.....	24
11. Comparación de la concentración de cloro residual (mg/L) con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el mes de agosto.....	25
12. Comparación de la concentración de cloro residual (mg/L) con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el mes de septiembre.....	26
13. Comparación de la concentración de cloro residual (mg/L) con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el mes de octubre.....	27
14. Decaimiento de niveles de concentración de cloro residual (mg/L).....	28
15. Zonificación de grados de concentración de cloro residual (mg/L), como consecuencia de la reducción de cloro residual.....	29
16. Captación del sistema de abastecimiento de agua potable.....	58
17. Desarenador del sistema de abastecimiento de agua potable.....	59
18. Sedimentador del sistema de abastecimiento de agua potable.....	59
19. Reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable.....	60
20. Tanque clorador del sistema de abastecimiento de agua potable.....	60
21. Tuberías del sistema de abastecimiento de agua potable.....	61
22. Conexión domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable.....	61
23. Conexión domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable.....	62
24. Equipo para medición de cloro residual.....	62
25. Reactivo DPD.....	63
26. Cubetas de vidrio.....	63
27. Colorímetro HACH DR 300.....	64

28. Toma de muestra en vivienda.	64
29. Toma de muestra en I.E 32557.	65
30. Aplicación del reactivo DPD.	65
31. Valor de muestra en blanco.	66
32. Toma de valor de muestra recolectadas en reservorio.	66
33. Muestra con reactivo DPD y muestra en blanco.	67
34. Medición de tubería de conexión domiciliaria.	67
35. Equipo GPSMAP GARMIN 64sx.	68
36. Toma de coordenadas UTM.	68
37. Toma de muestra en restaurant.	69
38. Medición de cloro residual en restaurant.	69
39. Restaurant donde se realizó la toma de muestras.	70
40. Conexión domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable.	70
41. I.E. 32557 donde se realizó la toma de muestras.	71
42. Toma de valor de cloro residual en vivienda.	71
43. Sistema de cloración por goteo.	72
44. Toma de coordenadas de reservorio.	72
45. Toma de coordenadas UTM.	73
46. Medición de tubería del sistema de abastecimiento de agua potable.	73
47. Medición de tubería del sistema de abastecimiento de agua potable.	74
48. Caminata para visita del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable.	74
49. Vivienda donde se realizó el muestreo de cloro residual.	75

RESUMEN

La finalidad de la investigación fue detectar la reducción del cloro residual en la red de distribución de agua potable de los habitantes del caserío 7 de octubre a través del método DPD durante el periodo desde agosto hasta octubre del año 2024. Para ello se realizó un diagnóstico de la red de distribución con la finalidad de conocer el estado de conservación en que se encontraban los diferentes componentes presentes dentro de la red de abastecimiento de agua del caserío.

Durante el desarrollo de la investigación se recolectaron 90 muestras de agua en 10 puntos estratégicos de muestreo, realizadas en tres meses diferentes, (agosto, septiembre y octubre) del año 2024, cabe precisar que la toma de muestra se realizó en tres distintos horarios (7 am, 11 am y 3 pm) con la finalidad de obtener valores más exactos.

El mayor valor del resultado de cloro residual fue de 0.76 mg/L que se obtuvo del punto de muestreo P1 (reservorio) y el menor valor del resultado fue de 0.20 mg/L que se obtuvo del punto de muestreo P10 (última vivienda), comparando los datos obtenidos según lo previsto en la normativa en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, que regula los parámetros de calidad del agua destinado al uso humano, se determinó las zonas críticas que se encuentra presente en la red de distribución de agua del caserío 7 de Octubre.

Palabras claves: Agua potable, red de distribución, cloro, cloración, Cloro residual, método DPD.

ABSTRACT

The purpose of the research was to detect the reduction of the chlorine waste in the potable water distribution network on the 7 De Octubre homestead [in Peru,] through the use of the DPD method, during the period from August to October of the year 2024. In order to do this, a diagnostic of the distribution network was done with the goal of understanding the state of conservation in which the different components that are present within the water supply network were found on the homestead.

While the research was being carried out, ninety water samples were collected from ten strategic sampling points; these were done in three different months (August, September and October) of the year 2024. It is worth mentioning that the sampling was done at three distinct times (7 am, 11 am and 3 pm) with the goal of obtaining more exact values.

The highest value from the result of the chlorine waste was 0.76 mg/L, which was obtained from the P1 (reservoir) sampling point and the lowest value from the results was 0.20 mg/L, which was obtained from the P10 (last home) sampling point. The data that was obtained was compared according to the provision in the supreme decree N.º 031-2010-SA standard, which regulates the parameters for the quality of water destined for human consumption. The critical zones that were found to be present in the water distribution network on the 7 De Octubre homestead were determined.

Keywords: potable water, distribution network, chlorine, chlorination, chlorine waste, DPD method

I. INTRODUCCIÓN

El suministro de agua constituye un recurso fundamental para la vida en nuestro planeta; toda forma de vida depende de ella para poder existir, así mismo, el agua a lo largo de los años viene siendo un pilar importante para el surgimiento de distintas actividades. Sin embargo, el inadecuado manejo y la falta de conciencia con el cuidado de nuestros recursos, ha hecho que este se vea en una situación complicada.

A nivel mundial, un considerable porcentaje de los habitantes todavía no disponen de agua segura destinada al consumo poblacional, cabe señalar que el agua que consumimos debe atravesar por distintos procesos físicos y/o químicos para poder utilizarla y satisfacer nuestras diversas necesidades.

El Perú posee una gran abundancia de recursos hídricos, sus tres regiones Costa, Sierra y Selva cuentan con grandes paisajes y fuentes de agua a lo largo de su litoral, sin embargo, con el transcurso de los años, los hábitos inadecuados de la población, la gestión deficiente del recurso hídrico, la falta de conciencia ambiental y la contaminación provocada por grandes industrias han dado origen a una problemática compleja y de difícil solución.

Dentro del ámbito territorial de Pucayacu, los residentes no disponen de una infraestructura apropiada y mucho menos de una adecuada desinfección en sus reservorios para proveer agua para consumo, y los residentes del caserío 7 de octubre no están exentos a esta situación, resultados de la inadecuada gestión de sus autoridades, siendo la población quien sufre con las consecuencias que conlleva esto, debido a la baja calidad del agua que actualmente se proporciona para el consumo humano. Por lo expuesto, es de suma importancia investigar sobre la siguiente problemática ¿El grado de decaimiento del cloro residual en la red de abastecimiento de agua del caserío 7 de octubre, distrito de Pucayacu, cumplen con lo establecido con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA? Teniendo como hipótesis: El grado de cloro residual en la red de abastecimiento de agua del caserío 7 de octubre no cumple con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Determinar el nivel de decaimiento del cloro residual en la red de distribución de agua para consumo humano de la población del caserío 7 de octubre, distrito de Pucayacu periodo agosto - octubre, 2024.

1.1.2. Objetivos Especifico

- Realizar el diagnóstico de la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre.
- Determinar la concentración de cloro residual en la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre.
- Comparar el parámetro de cloro residual con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.
- Determinar las zonas críticas en la red de distribución de agua para consumo humano como resultado del Decaimiento de Cloro Residual mediante una zonificación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Locales

Paredes (2023), en el estudio titulado *“Evaluación de la dosificación de cloro en la eliminación bacteriana del sistema de agua potable del centro poblado Supte San Jorge, 2023”*, tuvo como propósito examinar la eficacia del cloro en la eliminación de bacterias en el sistema de suministro de agua potable de dicha localidad. Para ello, se seleccionaron tres puntos representativos de la red de distribución (inicio, intermedio y fin), en los cuales se analizaron los niveles de cloro libre y la presencia de bacterias. Los hallazgos indicaron que al aplicar la dosis adecuada de cloro, se logró eliminar más del 99 % de los microorganismos bacterianos contenidos en el agua. Cabe destacar que la menor contenido de cloro disponible registrada fue de 0.58 ppm.

Orihuela (2024), en su trabajo de investigación titulado *“Calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS Seda Huánuco – Sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa”*, tuvo como finalidad evaluar las condiciones del agua en las zonas recientemente integradas a la red de distribución de la empresa EPS Seda Huánuco, específicamente en su filial de Leoncio Prado, durante el año 2022. Para ello, se establecieron ocho puntos de muestreo: cuatro dentro del área urbana y cuatro en sectores periféricos. En cada uno de ellos se analizaron parámetros microbiológicos. Los resultados obtenidos permitieron afirmar que el agua que recibe la población no es de estándares de potabilidad, razón por la cual no se aconseja su consumo por parte de la población.

2.1.2. Nacionales

Cueva, E. (2022) en su proyecto de investigación *“Determinación de la reducción de los niveles de cloro residual en la red de suministro hídrico de la ciudad de San Miguel, Cajamarca 2022”* estableció como objetivo principal la evaluación de la disminución de cloro residual en la red de conducción de agua potable de San Miguel, considerando los niveles de sustancia registrados en algunas partes del sistema durante el año 2022. Para tal fin, se recolectaron un total de 1 350 muestras de 37 puntos de muestreo ubicados estratégicamente. Según los datos obtenidos, los niveles de cloro se mantuvieron por debajo de los límites máximos permitidos establecidos por la normativa vigente, se concluyó que el agua potable distribuida en la provincia es de calidad aceptable.

Estrada & Taípe, (2022), en su investigación titulada *“Evaluación de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en el barrio de Santa Ana – Huancavelica, 2021”*, tuvieron como propósito examinar el grado de cloro residual libre presentes en la red de agua potable de dicho barrio durante el año 2021. Para ello, se realizaron mediciones en 180 viviendas utilizando un equipo colorímetro. Los resultados indicaron que los valores obtenidos superaron los límites máximos permitidos, lo que ocasionó en la población molestias relacionadas con las características organolépticas del agua.

Según lo planteado por Sánchez et al. (2021) en su publicación *“Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Acobamba, Huancavelica, Perú”*, centraron su análisis en la detección de sustancias con cloro dentro de la plataforma de distribución de agua potable de Acobamba, comparando los resultados obtenidos con los valores normativos en el Decreto Supremo N.º 031-2010. Para ello, se recolectaron 60 muestras de 10 ml procedente directamente de los grifos situados en el área urbana. Los análisis mostraron que las concentraciones registradas se mantenían inferiores a los límites máximos establecidos por la regulación vigente, lo que evidencia que el agua distribuida cumple con los criterios de seguridad para el uso humano

Torres (2024), en su investigación *“Evaluación de los niveles de cloro residual en el sistema de abastecimiento de agua potable de 14 centros poblados en la provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2022”*, la investigación se orientó a analizar la presencia de cloro residual en las redes de distribución de agua potable. Para llevar a cabo esta investigación, se recolectaron 400 muestras de diferentes localidades, las cuales fueron analizadas y contrastadas con los valores establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Los resultados revelaron que únicamente 82 muestras cumplían con los valores permitidos por la normativa, mientras que la mayoría no alcanzaba los estándares exigidos, lo que generó una seria alerta por los posibles riesgos para la salud pública.

Zanabria (2022), en su investigación titulada *“Impacto de la aplicación de un sistema de dosificación de cloro por goteo en la mejora de la calidad del agua en el anexo de Chincana, San Ramón – Chanchamayo, 2021”*, Se propuso el objetivo central evaluar la incidencia de un sistema convencional de cloración por goteo en las características sanitarias del agua distribuida en el anexo de Chincana. Para ello, se analizaron diversos parámetros físicos, químicos y biológicos de agua que consume la comunidad. Las cifras registradas evidenciaron que, con el funcionamiento del sistema, los niveles de cloro residual libre se mantuvieron constantes y dentro de rangos óptimos. Posteriormente, se contrastaron estos resultados con lo estipulado en

la normativa sanitaria, se concluyó que la adopción de un sistema convencional de cloración por goteo tiene un efecto positivo notable en el mejoramiento de la calidad del agua destinada al consumo humano en el distrito de San Ramón.

En el año 2019, Vargas desarrolló un estudio titulado *“Propuesta de mejora del proceso de limpieza y desinfección de reservorios de agua potable para uso doméstico en la empresa Abaco Servicios Generales, con el fin de garantizar su calidad”*, en el cual analizó detalladamente cómo se realiza la desinfección de los tanques de agua destinados al consumo doméstico. Su investigación evidenció que los usuarios podrían estar expuestos a riesgos sanitarios, ya sea por la posible contaminación del agua o por la realización empírica e inadecuada de los procedimientos de desinfección.

2.1.3. Internacionales

Ordoñez y Quiroz, (2021), en su investigación titulada *“Determinación de la concentración de cloro libre residual mediante técnicas electroquímicas”*, tuvieron como propósito estimar la cantidad de cloro libre residual en el agua aplicando métodos electroquímicos. Para ello, emplearon sensores de potencial de oxidación-reducción (ORP), lo que les permitió obtener mediciones precisas del cloro libre en las muestras analizadas. Al finalizar el estudio, concluyeron que esta técnica resulta ser eficiente, precisa y de bajo costo, lo que la convierte en un recurso adecuado para la vigilancia de las condiciones del agua potable

San Miguel (2023), llevó a cabo un estudio titulado *“Elaboración y automatización del prototipo de un sistema de cloración y monitoreo de turbidez, pH y cloro residual para potabilizar el agua de un tanque almacenador”*, cuyo propósito fue diseñar y automatizar un sistema que permitiera la aplicación de cloro al agua potable, así como el control de parámetros clave como la turbidez, el pH y el cloro residual. A lo largo de su investigación, analizó las condiciones del agua almacenada, concluyendo que la cloración representa el método más eficaz para su desinfección. Además, determinó que, para garantizar la potabilidad del agua, es necesario dosificar 2.5 mg de hipoclorito de calcio por cada litro de agua tratada.

2.2. Marco teórico

2.2.1. El agua

Es fundamental para la vida en la Tierra, se caracteriza por propiedades singulares derivadas de su configuración molecular. Esta sustancia está compuesta por una molécula simple integrada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, integrado mediante enlaces

polares que conforman los puentes de hidrógeno entre moléculas cercanas (Carbajal & Gonzáles, 2012).

El agua cubre más del 70% del área del planeta, se encuentra en las diversas fuentes, desde océanos hasta quebradas. Es la principal fuente y sustento de vida puesto que posee propiedades químicas que la hacen singular, así mismo, es un disolvente sobresaliente y un reactivo fundamental para los distintos procesos metabólicos (Fernández, 2012).

2.2.2. Calidad del agua

El agua es indispensable para el sostenimiento de la especie humana, por lo que toda persona debería disponer de una fuente que sea suficiente, segura y de fácil acceso. Proveer de manera continua agua potable a la población contribuye significativamente a favorecer el bienestar de la población.

La condición del agua se determina mediante distintos indicadores que permiten identificar en qué medida se han modificado sus propiedades naturales, lo que a su vez facilita su clasificación según el propósito al que se asigne (OMS, 2006).

El abastecimiento de agua destinada al uso doméstico representa uno de los mayores retos, ya que su calidad influye de manera directa en la salud humana. Asimismo, la alta demanda de este recurso ha generado una problemática de carácter social (Fernández, 2012).

2.2.3. Reglamento de calidad de agua para consumo humano

DIGESA, (2011) define normas clave para regular la calidad del agua apta para el consumo humano, buscando brindar condiciones seguras que amenacen la salud y promover el bienestar general de la población.

2.2.4. Límites Máximos permisibles

De acuerdo con el (Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017), se entiende como los límites establecidos para los criterios que determinan la excelencia del agua. Asimismo, hacen referencia a las concentraciones o niveles de algunos elementos, compuestos o parámetros físicos, biológicos y químicos presentes en un efluente o emisión, cuya superación podría ocasionar impactos negativos en la salud humana o en el ambiente.

2.2.5. Contaminación del agua

Según el artículo 85 de la Ley de aguas, se considera contaminación del agua a toda acción que implique la introducción de elementos o condiciones que deterioren su calidad, impidiendo su uso adecuado o interfiriendo con sus funciones dentro del ecosistema.

Las diversas actividades realizadas por el humano provocan grandes contaminantes en el agua, la contaminación de este recurso genera problemas en la población, haciendo que este no sea el adecuado para el uso doméstico, en peores casos se desarrolla cepas bacterianas y que con el tiempo sus efectos negativos se evidencian en las personas (Fernández, 2012).

2.2.6. Cloro

La (OMS, 2006) señala que el cloro es un compuesto que permanece en el agua durante un tiempo específico cuando se utiliza en las fases para purificar del agua para uso doméstico, especialmente en sistemas de flujo continuo, donde se requiere su aplicación constante.

Este compuesto se utilizó a inicios del siglo XX, llegando a la revolución en el tratamiento de potabilización del agua, con este logró, se pudo disminuir la cantidad de enfermedades en la población que eran provocadas por el consumo de agua no tratada (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology [CAWST], 2013).

2.2.7. Cloración

Consiste en agregar cloro al agua con el propósito de remover microorganismos causantes de enfermedades, minimizando riesgo para así que el recurso sea seguro y adecuado para el consumo humano (UESA, 2022).

La cloración puede ser logrado de distintas formas, ya sea mediante la utilización de cloro en estado gaseoso, soluciones de hipoclorito de sodio o en forma de gránulos de hipoclorito de calcio, este llega a ser aplicado ampliamente para la desinfección del agua en los suministros que abastecen este recurso. En nuestros hogares podemos realizar la cloración de dos formas, tanto en gotas o en tabletas, puesto que ambas se disolverán en el agua (CAWST, 2013).

2.2.8. Cloro residual

Se refiere al porcentaje de cloro, como ácido hipocloroso y ion hipoclorito, cuya presencia debe conservarse en el agua luego de su desinfección, con el propósito de garantizar una defensa constante contra eventuales contaminaciones microbiológicas (UESA, 2022).

El exceso de cloro que no llega a mezclarse con el agua es conocido como cloro residual, una de las grandes virtudes del cloro residual, es que con la presencia de este, evitará que se contamine el agua ya tratada (CAWST, 2013).

2.2.9. Método DPD

Medición del cloro residual, ya sea combinado o total, mediante un método colorimétrico que emplea Dietil p-fenil diamina como reactivo (SUNASS, 1997)

Este método es ampliamente usado por las diversas plantas potabilizadoras puesto que resulta muy práctico descartar de cierto modo la contaminación del agua por presencias de bacterias y con ello salvaguardar la calidad del agua (Quijandría, 2011).

2.2.10. Red de distribución de agua

Se trata de un sistema diseñado para distribuir el agua desde los reservorios hasta los hogares de la población urbana (Hallan et al., 2003).

Consiste en un conjunto de conductos, dispositivos y obras que facilitan el traslado del agua desde su fuente de origen hasta las conexiones domiciliarias, con el objetivo principal de abastecer a la población. Para asegurar que el agua llegue en condiciones adecuadas, este sistema generalmente incluye varias etapas: captación, almacenamiento del agua cruda, tratamiento, almacenamiento del agua ya tratada y finalmente su distribución a través de una red (CONAGUA, s/f).

2.2.11. Agua potable

Es un componente esencial que debe estar libre de patógenos, sustancias químicas, agentes físicos o materiales radiactivos que puedan perjudicar la salud humana (OMS, 2019)

Para considerar agua potable se ha tomado diversos criterios, entre ellos la no presencia de contaminantes tóxicos sintéticos debido al uso creciente de productos químicos que son usados en la agricultura, ganadería y otros, así mismo, para ser que este recurso vital sea considerado como agua potable debe cumplir las normativas de cada país (Fernández, 2012).

2.2.12. Desinfección

Es la entrega de condiciones favorables mediante un tratamiento adecuado, puesto que representa un elemento vital por la buena práctica, que consistirá en un proceso donde los microorganismos serán eliminados, de manera que el agua sea apta para las personas sin generar algún tipo de riesgo con la salud (Solsona Felipe & Méndez Juan Pablo, 2002).

2.2.13. Desinfección por medio de cloro

Es un proceso donde se hace uso de cloro, su efectividad radica en lo fácil que es acceder a ella a nivel internacional, su razonable costo, su alta capacidad oxidante, y su efecto sobre la destrucción de la materia orgánica (Solsona & Méndez, 2002).

Cuando se hace uso del cloro como desinfectante hay que tener en cuenta factores como la incidencia de la luz solar o de fuentes artificiales, debido a que estas reducirán el cloro y por ende su reacción con los microorganismos (Davidovich Y., 2021)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Se desarrolló en el caserío 7 de octubre, distrito de Pucayacu, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco como se observa en la Figura 1.

3.1.1. Ubicación política

Caserío : 7 de Octubre

Distrito : Pucayacu

Provincia : Leoncio Prado

Departamento : Huánuco

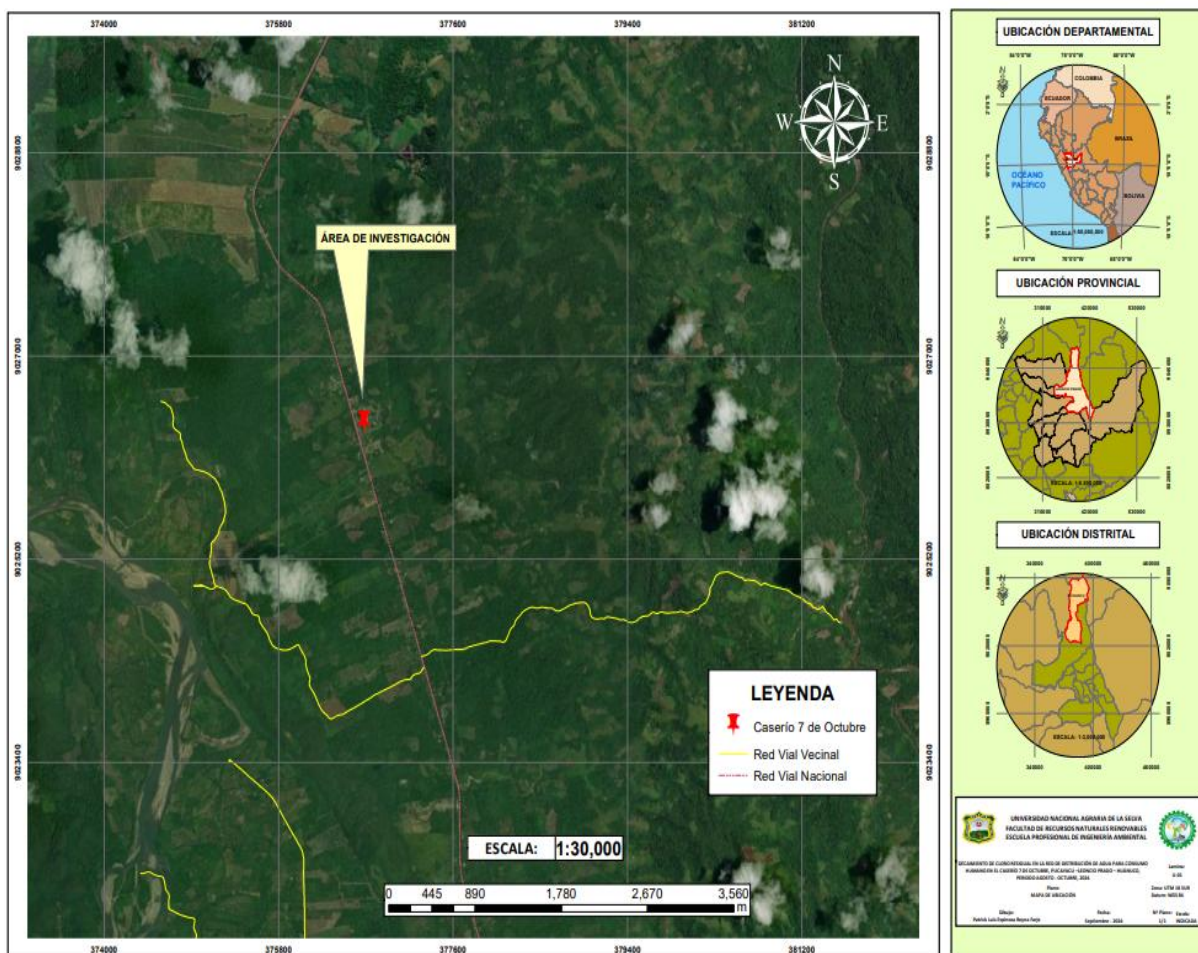


Figura 1. Mapa de ubicación del caserío 7 de octubre.

3.1.2. Ubicación geográfica

El caserío 7 de octubre está situado en las coordenadas geográficas 8° 48' 29.8" de latitud sur y 76° 7' 15.9" de longitud oeste, a una altitud de 565 metros sobre el nivel del mar.

El área de estudio está delimitada de la siguiente manera:

- **Por el Norte** : Caserío Pluma de Oro
- **Por el Sur** : Caserío La Victoria
- **Por el Este** : Caserío Montaña Verde
- **Por el Oeste** : Carretera Fernando Belaunde Terry

3.1.3. Características de la zona

3.1.3.1. Clima

Según datos del SENAMHI, (2021), el caserío 7 de octubre presenta un clima de tipo tropical, con lluvias frecuentes a lo largo del año. Las temperaturas en la zona varían, registrándose una máxima de 31 °C, una media de 21.3 °C y una mínima de 18 °C. Asimismo, la región reregistra una media anual de lluvias de 979 mm y conserva una humedad relativa del 77%.

3.1.3.2. Hidrografía

El caserío 7 de octubre presenta diferentes fuentes de agua entre ellas se encuentra la quebrada Cachiyacu y Picuro, siendo esta última utilizada como afluente para el suministro de la población (Municipalidad distrital de Pucayacu, 2021).

3.1.3.3. Accesibilidad

El acceso al caserío 7 de octubre se realiza por carretera terrestre a través de la carretera central (asfaltada) Fernando Belaunde Terry, en dirección de Aucayacu a Pucayacu. Partiendo desde la ciudad de Aucayacu, el trayecto es de 15 kilómetros y el tiempo estimado de llegada es de aproximadamente 10 minutos en vehículo motorizado (Municipalidad distrital de Pucayacu, 2021).

3.2. Materiales, equipos e insumos

3.2.1. Materiales

Durante el desarrollo de la investigación se emplearon diversos materiales, entre ellos: botines de seguridad, mascarilla, guantes quirúrgicos, libreta de campo, lapicero, wincha, casco de seguridad y guardapolvo.

laptop (HP), y los softwares como Excel, Word y ArcGIS.

3.2.2. Equipos

Para realizar la investigación, se emplearon los equipos, tales como: colorímetro digital marca HACH DR 300, GPS (GARMIN 64s) y celular (Motorola G54).

3.2.3. Insumos

Durante la ejecución de la investigación, se empleó como insumo principal el reactivo DPD (Lamotte 6903 A-M).

3.3. Criterio de investigación

3.3.1. Nivel de investigación

Tiene un carácter descriptivo e interpretativo puesto que identifica el nivel de contaminación química, así mismo, recopila datos de manera aislada o combinada respecto a las variables disponibles.

3.3.2. Tipo de investigación

El estudio adopta un enfoque de tipo descriptivo. De acuerdo con (Tamayo, 2001), este tipo de estudio se caracteriza por observar, analizar e interpretar la realidad tal como se presenta en un momento determinado, abordando tanto su estructura como los procesos que la conforman.

3.3.3. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño no experimental descriptiva cuyo esquema se representa de la siguiente forma:



3.3.4. Variables de investigación

- **Variable independiente**
 - Agua para consumo humano
- **Variable dependiente**
 - Cloro residual
 - Condiciones climáticas

3.3.5. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Cloro residual	La concentración de cloro presente en el agua, ya sea como ácido hipocloroso o ion hipoclorito, debe conservarse en el recurso hídrico destinado al uso humano, con el fin de prevenir una eventual contaminación microbiológica posterior al proceso de desinfección, como parte del tratamiento del agua (UESA, 2022).	El cloro residual de la red de distribución de agua del caserío 7 de octubre será muestreado usando el método de muestreo por conveniencia para conocer si el agua es apto para el consumo de la población.	Parámetro químico	Cloro residual
Agua para consumo humano	El agua para uso doméstico es aquella en la que se eliminan o reducen, a niveles que no representan un riesgo para la salud, los componentes que de alguna manera pueden comprometer la integridad sanitaria y la calidad de vida de la población, en concordancia con las directrices estipuladas por la normativa (García, Vargas, & Casas, 2004).		Apto para consumo humano	Límite máximo permisible Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

3.3.6. Población y muestra

- **Población**

Estuvo comprendida por el agua para el aprovechamiento de las personas que abastece a toda la población del distrito de Pucayacu.

- **Muestra**

La muestra de la investigación estuvo comprendida por 10 ml de agua de los 10 puntos de muestreo en el caserío 7 de octubre.

3.3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó la metodología de observación cualitativa y cuantitativa para la obtención de la información.

Se utilizó la ficha de campo elaborada por uno mismo para la recolección de información sobre el estado y conservación de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua y para la recolección de muestras se empleó el método no probabilístico por conveniencia.

3.3.8. Análisis de datos

El proceso para los datos recolectados se realizó utilizando el programa Microsoft Excel, mediante el cual se elaboraron tablas y gráficos que permitieron analizar la información y compararla de acuerdo con los valores límite establecidos por el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA.

3.4. Metodología

3.4.1. Diagnóstico de la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre

Se llevó a cabo el diagnóstico de la red de distribución y se realizaron diversas actividades de recolección de datos en el área de estudio, para ello, en primera instancia se solicitó el permiso respectivo al señor Julio Pedro Velásquez Zacarias, presidente de la JASS del caserío 7 de octubre.

Tras obtener los permisos necesarios, se realizaron dos visitas junto al personal responsable del mantenimiento de la instalación de potabilización de agua. Durante el recorrido por el sistema de abastecimiento, se identificaron y describieron cada uno de los componentes.

Además, se recopiló información sobre el estado y conservación con la ficha realizada por uno mismo (anexo C) de cada una de las estructuras del sistema.

3.4.2. Determinación de los niveles de cloro residual en la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre

Muestreo de agua

Considerando las características del estudio, se hizo la recolección de muestras del parámetro químico cloro residual en 10 puntos específicos (incluyendo el reservorio y las conexiones domiciliarias), a lo largo de un período de tres meses, conforme se detalla en el **Anexo B, tabla 4**, correspondiente al cronograma de muestreo.

Se determinó los puntos de muestreo dispersos en la red de distribución, para ello, se utilizó el método no probabilístico por conveniencia, puesto que se evaluó lugares estratégicos como los siguientes:

- Punto inicial de la red (salida del reservorio)
- Puntos medios de la red (conexiones domiciliarias)
- Punto final de la red (conexiones domiciliarias)
- Puntos cercanos a restaurantes, institución educativa etc.

Asimismo, en la tabla 2 se evidencia la ubicación de los 10 puntos de muestreo, donde se realizó el levantamiento de información utilizando el colorímetro digital marca HACH DR 300 y el reactivo DPD. Cabe destacar que el procedimiento de muestreo consistió en realizar tres lecturas (a las 7:00 am, 11:00 am y 3:00 pm) en cada punto de muestreo.

Tabla 2. Ubicación de los puntos de muestreo.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Tipo de agua	Tipo de sistema de abastecimiento
		Este	Norte		
P1-RC70	Reservorio	377808.00	9025841.00		
P2-C70	Red de distribución	376955.00	9025546.00		
P3-C70	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Agua para uso y consumo humano	Gravedad
P4-C70	Red de distribución	377079.00	9024832.00		
P5-C70	Red de distribución	377300.00	9024162.00		
P6-C70	Red de distribución	376709.00	9026154.00		

P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00

Condiciones para el muestreo

Se procedió a colocar la indumentaria de protección personal (botines de seguridad, mascarilla, guantes quirúrgicos y casco), para esta manera realizar un adecuado muestreo de cloro residual.

Procedimiento para la toma de muestra según (Hach Company, 2003):

1. Enjuagamos con agua las dos cubetas de vidrio.
2. Llenamos un recipiente de vidrio hasta la marca de 10 mL con una muestra neutra (agua), seguidamente se puso la tapa. Cabe precisar que la muestra se debe analizar en el mismo instante.
3. Se pulsó la tecla Power para encender el equipo (colorímetro).
4. Se retiró la tapa del equipo y se ubicó la muestra en blanco sobre el soporte para cubetas, cabe señalar que la marca del diamante de la cubeta debe coincidir con la flecha del equipo (colorímetro), seguidamente se tapó la cubeta con la tapa del equipo.
5. Se pulsó la tecla cuadrada, de esta manera la pantalla quedó en blanco y en unos segundos tomara el valor de 0.0, con esto se logró tomar la muestra en blanco y procedimos a retirarlo.
6. Se llenó la segunda cubeta de vidrio hasta la marca de 10 mL (cabe precisar que se utilizó distintas cubetas con fines de evaluación del cloro residual).
7. En la segunda cubeta se añadió el reactivo DPD para su respectivo análisis.
8. Se puso la tapa y se agitó durante 20 segundos (La muestra tomó un color rosado, indicando que hay cloro presente).
9. Se colocó la muestra acondicionada en el soporte para cubetas, con el fin de realizar el análisis de cloro residual.
10. Se cerró el compartimiento del equipo colocando la tapa para resguardar la cubeta.

11. Se pulsó el botón de check, seguidamente el equipo mostró en la pantalla el resultado de cloro residual en mg/L.

3.4.3. Comparación de cloro residual establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Para comparar las lecturas de cloro residual en el agua consumida por la población del caserío 7 de octubre, se utilizó el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, considerando el límite máximo permisible establecido por dicha normativa.

Tabla 3. Parámetro químico.

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Cloro residual	mg L ⁻¹	0,5

Fuente: D.S.N° 031-2010-SA

3.4.4. Determinar las zonas críticas en la red de distribución de agua para consumo humano como resultado del decaimiento de Cloro Residual mediante una zonificación

Una vez completada la comparación de los datos obtenidos conforme al umbral permitido establecido en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, se procedió a realizar la zonificación. Para ello, se utilizaron los datos promedio del nivel de cloro residual durante el periodo de agosto a octubre de 2024. Luego, con la ayuda de la herramienta de interpolación Spline en el software ArcGIS, se diseñó un mapa que refleja los valores de cloro residual, permitiendo así detectar los sectores más críticos dentro de la red de distribución de agua potable del caserío 7 de Octubre.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Diagnóstico de la red de distribución de agua para consumo del caserío 7 de octubre

En el caserío 7 de Octubre, el aprovisionamiento de agua potable se hace a través de una red de distribución que funciona por caída gravitacional, destinado a abastecer a la población local. Este sistema se encuentra en funcionamiento desde el año 2003 y está compuesto por diversos elementos, entre ellos: captación, desarenador, sedimentador, reservorio, tanque de cloración, sistema de suministro y empalmes hacia las viviendas

Los resultados del diagnóstico mediante la ficha del anexo C son los siguientes:

La estructura de captación es de tipo barraje, este componente se encontró en un estado de conservación regular como indica en la tabla 5, debido a la falta de un mantenimiento constante, el lugar estuvo llena de malezas, hojarasca, mohos y algas, como se observa en la figura 2.



Figura 2. Captación con presencia de malezas, hojarasca, mohos y algas.

La estructura de desarenador se encontró en un estado de conservación regular, se observó que las tuberías se encuentran con suciedad (barro), de igual manera se encontró moho en la estructura, como indica en la tabla 6, esta área cuenta con un techado para evitar la caída de hojas, como se puede ver en la figura 3.



Figura 3. Desarenador con presencia de suciedad y moho.

La estructura de sedimentador se encontró en un estado de conservación regular, se observó que las tuberías se encuentran con suciedad (barro), de igual manera se observó que la rejilla que separa el lodo sedimentado del agua se encuentra oxidado como indica en la tabla 7, esta área cuenta con un techado para evitar la caída de hojas, y con un perímetro cercado con malla, tal como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Sedimentador con presencia de suciedad.

La estructura del reservorio se encontró en un estado de conservación regular, el lugar estuvo llena de malezas, y se vio reflejado la falta de limpieza alrededor del reservorio como indica en la tabla 8, el reservorio tiene una capacidad de 37.45 m³ y cuenta con un techado para evitar la caída de hojas en el lugar según se puede ver en la figura 5.



Figura 5. Reservorio con presencia de malezas en su entorno.

El tanque clorador se encontró en un buen estado como indica en la tabla 9, tiene una capacidad de 600 litros, este componente está ubicado en la parte superior del reservorio y por ende cuenta con un techado para evitar la caída de hojas en el lugar según se evidencia en la figura 6.

En el tanque clorador de 600 litros se aplican 5 kilogramos de hipoclorito de calcio de forma manual, para asegurar la distribución uniforme del hipoclorito de calcio se realizó un mezclado con la finalidad de que la dilución sea homogénea. Posteriormente, se abrió la llave de paso para permitir que la solución clorada fluyera al reservorio y de esta manera comienza la desinfección del agua. Cabe señalar que la dosificación del hipoclorito de calcio se realiza todos los días 9 de cada mes.



Figura 6. Tanque clorador en buen estado.

La red de abastecimiento de agua se compone de un conjunto de tuberías que parte desde el reservorio principal y se despliega a lo largo del caserío 7 de Octubre, que llega desde el kilómetro 12 hasta el kilómetro 19, a lo largo del lugar se pudo visualizar que parte de estas tuberías se encontraron expuestas sobre la tierra y en algunas viviendas se encontraron fugas de agua como indica en la tabla 10, por ende, se encontró en un estado regular. Finalizando con las conexiones domiciliarias, donde hubo presencia de mohos y fugas como se manifiesta en la figura 7.



Figura 7. Conexión domiciliaria con presencia de mohos.

En distintos componentes que integran la red de abastecimiento de agua con excepción del tanque clorador, se observó la falta de limpieza, a pesar de que en nuestro país el proceso de limpieza y desinfección está reglamentado, Vargas, (2019) indica que este no llega a fiscalizarse, así mismo, menciona que las formas empíricas de limpieza que son más usadas no garantizan en su totalidad la desinfección.

Cabe resaltar que, según Sánchez (2019), el servicio de abastecimiento de agua no resulta adecuado para la población debido a deficiencias en el sistema y a la carencia de labores de mantenimiento. Esta situación guarda similitud con lo observado en el presente estudio, donde, a través de las visitas de campo realizadas, se evidenció la falta de mantenimiento por parte de los responsables de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento.

Ante el estado deficiente de varios elementos del sistema de abastecimiento de agua, (San Miguel Flores, 2023) destaca que la cloración representa la técnica más efectiva para la desinfección del agua. Advierte que la omisión de este proceso podría derivar en futuros problemas de salud para la población, como consecuencia del consumo de agua sin tratamiento adecuado.

4.2. Determinación del grado de cloro residual en la red de distribución de agua para consumo humano del caserío 7 de octubre.

La figura 8 representa el promedio de concentración de cloro residual (mg/L), teniendo como valor máximo de 0.76 mg/L en el punto de muestreo P1 (reservorio) y como valor mínimo de 0.20 mg/L en el punto de muestreo P10 (vivienda). Estos datos fueron obtenidos del promedio de las tres tomas de muestreo del mes de agosto del año 2024.

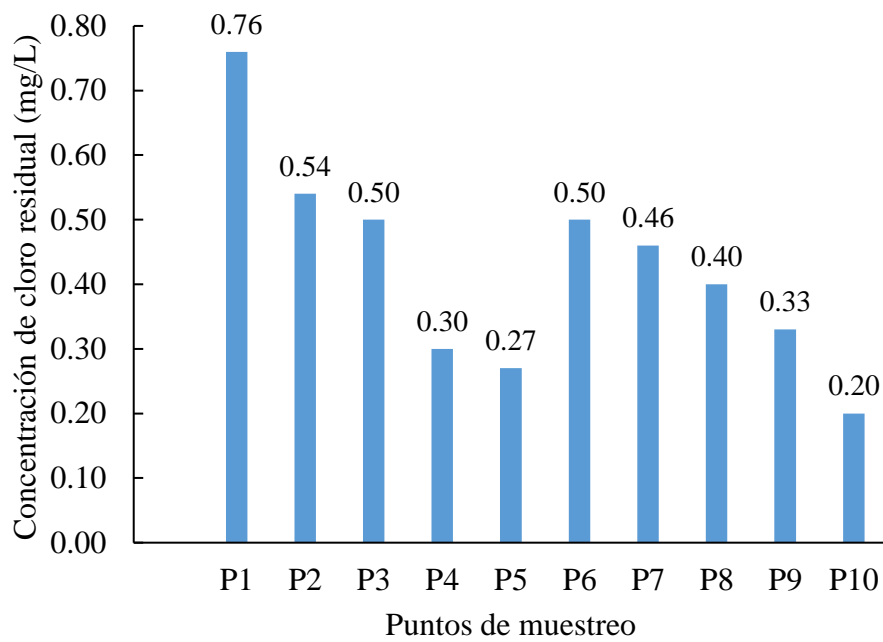


Figura 8. Promedio de concentración de cloro residual (mg/L) en el mes de agosto.

La figura 9 presenta el valor promedio de contenido de cloro residual (mg/L), registrándose un máximo de 0.62 mg/L en el punto de muestreo P1 (reservorio) y un mínimo de 0.21 mg/L en el punto P10 (vivienda). Estos resultados corresponden al promedio de las tres evaluaciones efectuadas durante el mes de septiembre de 2024.

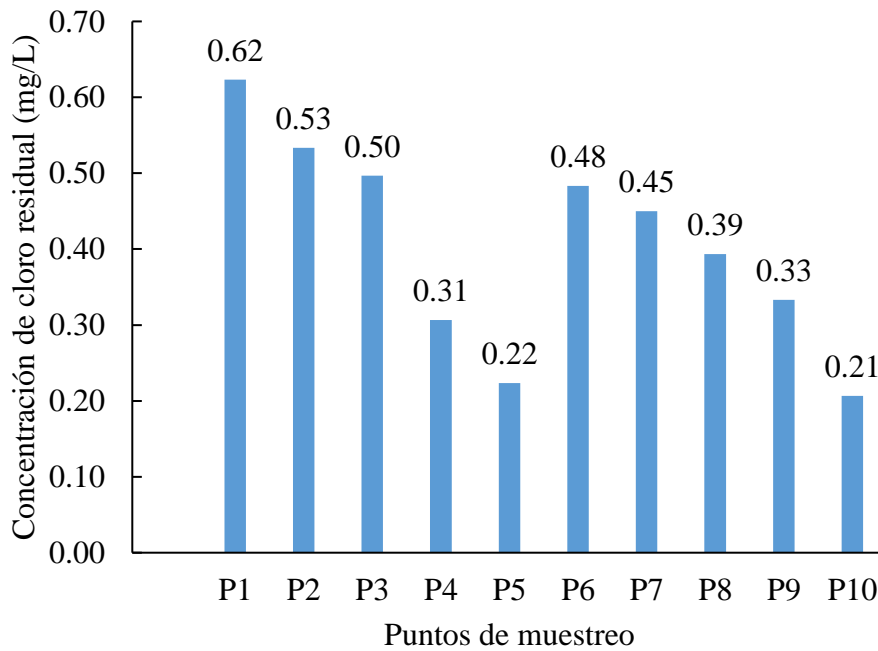


Figura 9. Promedio de concentración de cloro residual (mg/L) en el mes de septiembre.

En la figura 10 se evidencia el porcentaje de concentración de cloro residual (mg/L), teniendo como valor máximo de 0.69 mg/L en el punto de muestreo P1 (reservorio) y como valor mínimo de 0.26 mg/L en el punto muestreo P10 (vivienda). Estos datos fueron obtenidos del promedio de las tres tomas de muestreo del mes de octubre del año 2024.

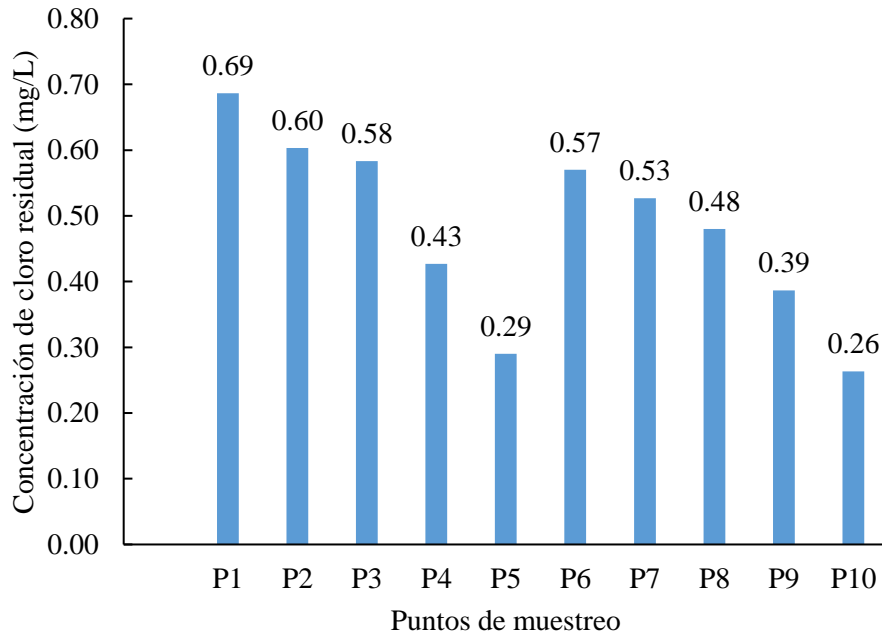


Figura 10. Promedio de concentración de cloro residual (mg/L) en el mes de octubre.

Después de obtener los resultados de cloro residual en las estaciones de muestreo a lo largo de los meses de agosto, septiembre y octubre, se puede establecer un parámetro de la calidad del agua. Según (Torres Carrasco, 2024), el cloro es fundamental para eliminar o disminuir la carga patógena en el recurso hídrico, ya sea en un reservorio u otro recipiente, garantizando así la seguridad microbiológica del agua.

Así mismo, se pudo observar en las figuras 8, 9 y 10, la variación de los valores de cloro residual, algunos de ellos por encima y otros inferior a los límites máximos establecidos, ante ello, (Estrada P. & Taípe C., 2022) mencionan que estudiaron el comportamiento del cloro residual en las redes de distribución de agua, y para ello se tomaron muestras de viviendas cercanas y más distantes. Los resultados indican que el agua en las conexiones domiciliarias cercanas tiene buena calidad y está libre de microorganismos.

Considerando que en nuestra investigación se señaló que la cloración se lleva a cabo mediante goteo convencional, Zanabria, (2022) afirma que este proceso tiene un impacto considerable en la calidad del agua, ya que, si el cloro residual se mantiene constante y en niveles óptimos, beneficiará a la población.

4.3. Comparación de cloro residual con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

La figura 11 muestra los datos promedio relacionados con la concentración de cloro residual (mg/L) en comparación con el Límite Máximo Permissible (LMP). Se verificó que los puntos de muestreo P1, P2, P3 y P6 presentaron concentraciones iguales o superiores a 0.50 mg/L, lo que indica que cumplen con lo establecido por la normativa y, por ende, el agua en dichos puntos es apta para el consumo humano. En contraste, los puntos P4, P5, P7, P8, P9 y P10 registraron niveles por debajo de 0.50 mg/L, lo cual evidencia un incumplimiento de los estándares establecidos y señala que el agua no es segura para el consumo en esas ubicaciones.

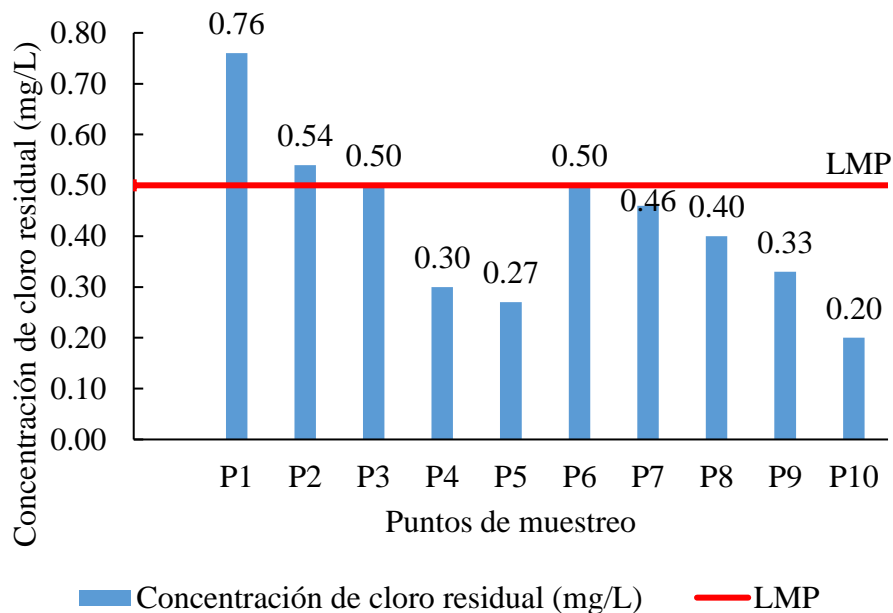


Figura 11. Comparación de la concentración de cloro residual (mg/L) con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el mes de agosto.

Como se manifiesta en la figura 12 los promedios de concentración de cloro residual (mg/L) frente al Límite Máximo Permissible (LMP). Se identificaron niveles adecuados para el consumo humano en los puntos de muestreo P1, P2 y P3, donde las concentraciones fueron iguales o superiores a 0.50 mg/L, en conformidad con lo dispuesto por la regulación actual. En cambio, los puntos P4, P5, P6, P7, P8, P9 y P10 mostraron concentraciones por debajo de dicho valor, lo que indica un incumplimiento normativo y, en consecuencia, que el agua en esos puntos no es apta para el consumo.

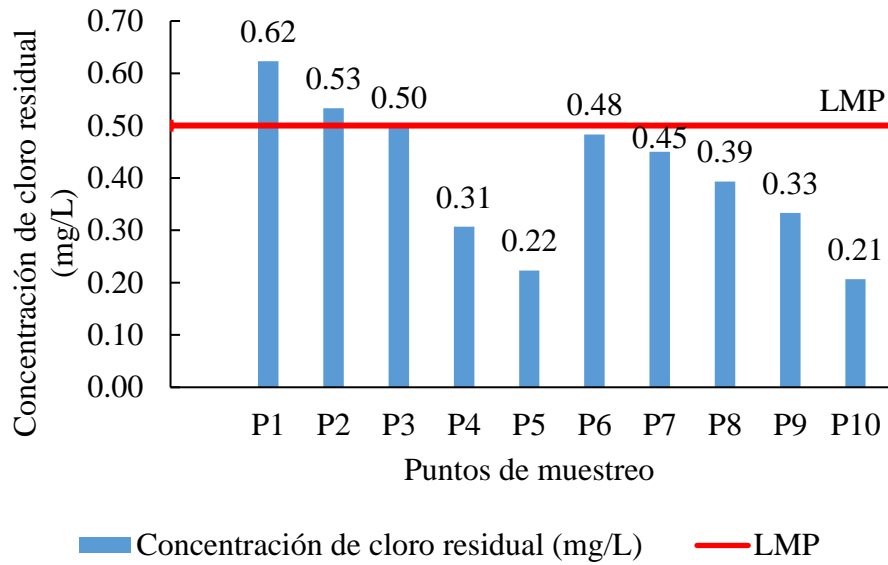


Figura 12. Comparación de la concentración de cloro residual (mg/L) con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el mes de septiembre.

La figura 13 presenta los promedios de la concentración de cloro residual (mg/L) en comparación con el Límite Máximo Permisible (LMP). Los puntos de muestreo P1, P2, P3, P6 y P7 mostraron concentraciones de cloro residual adecuadas para el consumo humano, con valores iguales o superiores a 0.50 mg/L, cumpliendo con la normativa vigente. En cambio, en los puntos de muestreo P4, P5, P8, P9 y P10, las concentraciones fueron inferiores a 0.50 mg/L, lo que significa que no cumplen con las regulaciones y, en consecuencia, no son aptos para el consumo humano.

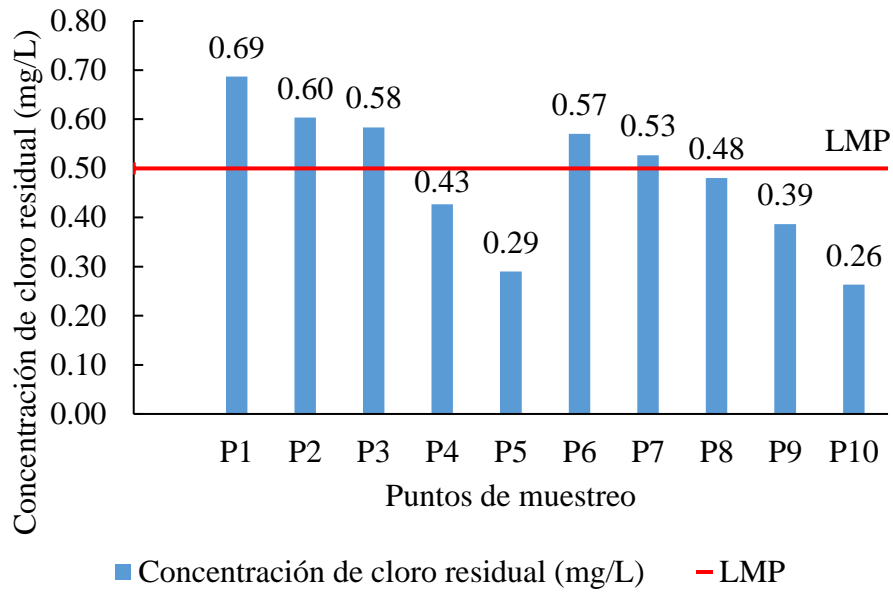


Figura 13. Comparación de la concentración de cloro residual (mg/L) con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el mes de octubre.

A partir de los datos obtenidos entre agosto y octubre en los diferentes puntos de muestreo, se hizo una comparación con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, considerando el límite máximo permisible de 0.50 mg/L. Como se observa en las figuras 11, 12 y 13, algunos valores de cloro residual (mg/L) están por encima o por debajo de este umbral. Según (Orihuela García O., 2024), el agua no reúne las condiciones necesarias para ser ingerida por la población si presenta una carga bacteriana significativa, lo cual está directamente relacionado con el proceso de desinfección, ya que los niveles de cloro residual tienen una relación inversa con la existencia de bacterias.

A partir de los hallazgos durante los diferentes meses de estudio, Cueva (2022) señala que varios de los valores registrados fueron inferiores a los límites máximos permisibles, especialmente en las zonas más alejadas de la red de distribución. En nuestra investigación, se observa una situación similar, ya que en los puntos de muestreo P4, P5, P8, P9 y P10, ubicados más distantes, los niveles de cloro residual disminuyen significativamente.

En este sentido, es importante indicar que las concentraciones de cloro residual en el agua que estén por debajo de los umbrales mínimos establecidos por la normativa vigente no resultan aptas para el uso humano., tal como lo indica Sánchez (2021).

4.4. Determinación de las zonas críticas en la red de distribución de agua para consumo humano como resultado del Decaimiento de Cloro Residual mediante una zonificación.

La figura 14 nos enseña la disminución de la concentración de cloro residual en el agua consumida por la población del caserío 7 de Octubre. Estos datos corresponden al promedio de las mediciones realizadas durante el periodo de agosto a octubre de 2024. Según la figura, el punto de muestreo P1 (reservorio) registra el valor máximo de 0.69 mg/L, mientras que el punto de muestreo P10 (vivienda) presenta el valor mínimo de 0.22 mg/L.

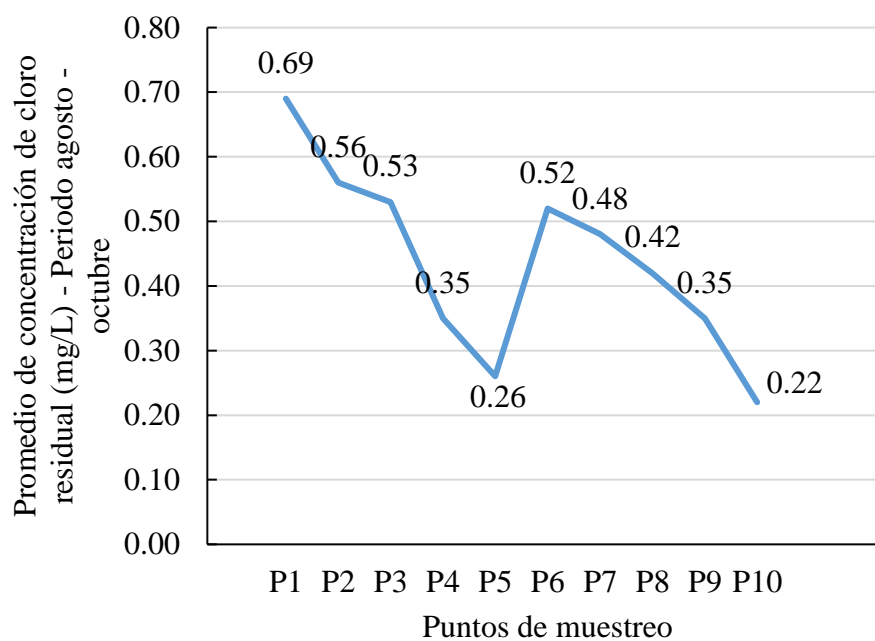


Figura 14. Decaimiento de niveles de concentración de cloro residual (mg/L).

Debido a la disminución de los niveles de cloro residual, se hizo una zonificación del área de estudio empleando una representación espacial de los niveles de cloro residual, desarrollado con el software ArcGIS. Para esta tarea, se aplicó el método de interpolación "Spline", que permitió estimar los valores a partir de los datos georreferenciados adquiridos en el campo.

Durante el estudio se realizó la zonificación de dos áreas específicas, denominadas zona A y zona B. La zona A, sombreada de color verde en la figura 15, comprende las áreas donde el agua es apta para consumo humano a diferencia de la zona B sombreada de color rojo que abarca las áreas donde el agua no cumple con el límite máximo permisible establecido por la normativa de calidad del agua para uso humano (0.50 mg/L), identificando de esta manera los puntos críticos.

Para efectos de la investigación, se ha constatado que el Caserío 7 de Octubre carece de una delimitación geográfica definida, lo que se consideró para el análisis y la presentación de los resultados.

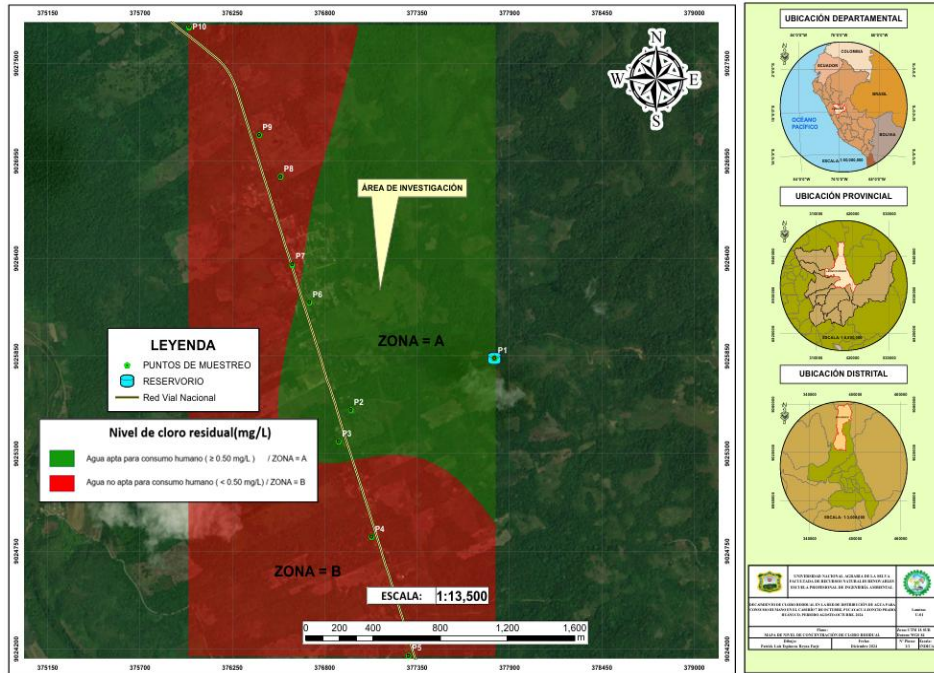


Figura 15. Zonificación de grados de concentración de cloro residual (mg/L), como consecuencia de la reducción de cloro residual.

Según los resultados obtenidos en el lugar de estudio, la figura 15 muestra los niveles de cloro residual, destacándose puntos críticos donde el agua no reúne las condiciones requeridas para su uso humano (zona B). En este sentido, (Paredes Picón, 2023) señala que la concentración de cloro residual varía dependiendo del punto de muestreo, siendo generalmente más alta en las zonas cercanas al reservorio en comparación con aquellas ubicadas más lejos.

De manera similar, Cueva (2022) analizó los resultados de su investigación para obtener una comprensión más clara, concluyendo que los puntos de muestreo más cercanos al reservorio mostraron concentraciones de cloro residual diferentes y menores a las obtenidas en las zonas próximas al sistema de abastecimiento de agua. Este hallazgo es comparable con los resultados de nuestra investigación, ya que la figura 14 nos muestra el grado de disminución del cloro residual en los distintos puntos de muestreo.

Dada la problemática en la desinfección del agua que suministra a la población del caserío 7 de octubre y a los bajos recursos para poder monitorear el parámetro de cloro residual,

(Ordoñez Aguirre G. y Quiroz Silva B., 2021), hace mención, que se puede utilizar técnicas electroquímicas para la medición correcta de cloro residual presente en el agua, teniendo en cuenta que es una técnica idónea y económica para el monitoreo continuo de agua potable.

V. CONCLUSIÓN

1. Se realizó el diagnóstico del sistema de distribución de agua potable del caserío 7 de octubre, donde se encontró que los diferentes componentes se encuentran en un estado regular.
2. Se determinó la concentración de cloro residual en el sistema de distribución de agua potable del caserío 7 de octubre, encontrándose un valor máximo de 0.76 mg/L en el punto de muestreo P1 (reservorio) y un valor mínimo de 0.20 mg/L en el punto de muestreo P10 (vivienda).
3. Se realizó la comparación de los resultados de cloro residual con lo estipulado en el Decreto Supremo N°031-2010-SA, observándose que los puntos de muestreo P1, P2, P3 y P6 cumplen con los valores establecidos en la norma (0.50 mg/L), mientras que en los puntos de muestreo P4, P5, P7, P8, P9 y P10 no se alcanzan los niveles requeridos según la normativa (0.50 mg/L).
4. Se identificaron las zonas críticas del sistema de distribución de agua para consumo humano como consecuencia del decaimiento del cloro residual, a través de un proceso de zonificación, donde se pudo observar que la zona A cuenta con un agua apta para consumo humano a diferencia de la zona B que no cuenta con agua apta para consumo humano.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Realizar la limpieza y desinfección con apoyo de la población y sus representantes para lograr prevenir posibles enfermedades.
- Expandir la investigación abarcando zonas más alejadas de los distintos caseríos que existen en el distrito de Pucayacu, para evidenciar si el agua que se consume es adecuada para la población.
- Realizar una investigación en las distintas épocas (avenida y estiaje) con la finalidad de conocer si existe una modificación con los niveles de cloro residual.
- Incluir en otra investigación parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que permita determinar si cumple o no con las condiciones necesarias para ser ingerida de forma segura.
- Implementar sensores amperométricos o colorimétricos de cloro residual a lo largo de la red de distribución con la finalidad de obtener datos en tiempo real.
- Instalar cloradores automáticos con la finalidad de regular automáticamente la dosificación para mantener niveles óptimos de cloro.

VII. REFERENCIAS

- Carbajal Azcona Ángeles & Gonzáles Fernández María (2012) *Propiedades y funciones biológicas del agua*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Available at: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf> (Accessed: 14 April 2025).
- CAWST (2013) *Parámetros químicos del agua de consumo Hoja informativa: Cloro*. Available at: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf.
- Davidovich Y. (2021) *Efecto del pelado y el troceado sobre la eficacia del cloro como desinfectante en lechuga, papa y zanahoria*. Universidad de Costa Rica. Available at: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/4ca761cc-b989-417c-bd60-f77e48c779f9/content>.
- Dirección General de Salud Ambiental (2011) *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA*. Available at: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf.
- Estrada P. & Taipe C. (2022) *Evaluación del cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en el barrio de Santa Ana - Huancavelica, 2021*. Universidad Nacional de Huancavelica. Available at: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0339f3bd-794f-499d-858d-9e77822f50ae/content>.
- Fernández Cirelli, A. (2012) *El agua: un recurso esencial*. Available at: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>.
- Hach Company (2003) *Sistemas de Análisis POCKET COLORIMETER II Manual de instrucciones*. Available at: <https://www.scribd.com/document/101679300/POCKET-COLORIMETER-II-Manual-de-Instrucciones-Cloro-CI2-1>.
- López-Vera F. (1994) *Problemática de la contaminación de aguas subterráneas en España*. Available at: <http://tierra.rediris.es/hidrored/textos.html>.
- Ministerio del Ambiente (MINAM) (2017) *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Available at:

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones> (Accessed: 14 April 2025).

Ordoñez Aguirre G. y Quiroz Silva B. (2021) *Determinación de la concentración de cloro libre residual mediante técnicas electroquímicas*. Universidad Politécnica Salesiana. Available at: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21474/5/UPS-CT009447.pdf>.

Orihuela García O. (2024) *Calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS 'Seda Huánuco' - Sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Available at: <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3f98797a-26a3-4f74-8c5c-7091061e1980/content>.

Paredes Picón, M. (2023) *Evaluación de la dosificación de cloro en la eliminación bacteriana del sistema de agua potable del Centro Poblado Supte San jorge, 2023*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2644>.

San Miguel Flores, J. (2023) *Elaboración y automatización del prototipo de un sistema de cloración y monitoreo de turbidez, pH y cloro residual para potabilizar el agua de un tanque almacenador*. Universidad Mayor de San Andrés. Available at: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31568/PG-8384.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI (2021) *CLIMAS DEL PERÚ-Mapa de Clasificación Climática Nacional*. Available at: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>.

Solsona Felipe & Méndez Juan Pablo (2002) *Desinfección del agua*. Available at: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SOLSONA%20y%20MENDEZ%202002.%20Desinfección%20del%20agua.pdf.

SUNASS (1997) 'Resolución de Superintendencia N° 190-97-SUNASS'. Available at: <https://doi.org/10.0>.

Tamayo, Mario. (2001) *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa S.A. Available at: https://pics.unison.mx/maestria/wp-content/uploads/2020/05/El_Proceso_De_La_Investigacion_Cientifica.pdf.

- Torres Carrasco, V. (2024) *Determinación de cloro residual en la red de distribución de agua potable en 14 centros poblados de la provincia Daniel Alcides Carrión Pasco, 2022*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Available at: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4595/1/T026_73383521_T.pdf.
- Verdaguer C. & Cárdenas V. (2010) *La agricultura periurbana como factor de sostenibilidad urbano-territorial Conclusiones preliminares del estudio de casos desde la perspectiva del planeamiento urbanístico*. Available at: <http://habitat.aq.upm.es/eacc/a-conclucasos.html>.
- Zanabria Torres, M. (2022) *Influencia de la implementación del sistema de cloración por goteo convencional en la mejora de la calidad de agua potable en el anexo de Chincana, San Ramón – Chanchamayo 2021*. Universidad Continental. Available at: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12575/2/IV_FIN_107_TE_Zanabria_Porras_2022.pdf.

VIII. ANEXOS

Anexo A. Solicitud para autorización de la investigación

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Tingo María, 29 de agosto del 2024

CARTA N°001-2024-PLER-TM

SEÑOR : Julio Pedro Velásquez Zacarías
Presidente de la JASS 7 de Octubre - Pucayacu

ASUNTO : Solicito acceso al reservorio del sistema de agua potable y tomar muestras de agua

REFERENCIA : Resolución N° 743-2024-D-FRNR-UNAS

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y desearle éxito en la ardua labor que viene desempeñando, al mismo tiempo manifestarle que, siendo bachiller en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, deseo ejecutar mi proyecto de tesis en el reservorio del Sistema de Agua Potable que usted dirige.

Así mismo, hago de conocimiento que mediante la **Resolución N° 743-2024-D-FRNR-UNAS**, aprueban y autorizan la ejecución de mi proyecto titulado "Decaimiento de Cloro Residual en la red de distribución de agua para consumo humano en el caserío 7 de Octubre, Pucayacu – Leoncio Prado – Huánuco, periodo agosto – octubre, 2024", por lo que **SOLICITO A USTED EL PERMISO PARA ACCEDER A LAS INSTALACIONES DEL RESERVORIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y TOMAR MUESTRAS DE AGUA PARA SU RESPECTIVO ANÁLISIS**, que se realizara una vez al mes durante el mes de Agosto hasta el mes de Octubre del presente año.

Sin otro particular, me suscribo de usted, no sin antes reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



Bach. PATRICK LUIS ESPINOZA REYNAFARJE
DNI: 74398547

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

CARTA N° 001-2024-JASS

Pucayacu, 29 de agosto del 2024

SR : PATRICK LUIS ESPINOZA REYNAFARJE
ASUNTO : ACEPTACION PARA ACCEDER A LAS INSTALACIONES
DEL SISTEMA DE AGUA

REFERENCIA: CARTA N°001-2024 - PLER-70

De mi mayor consideración

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, a la vez comunicarle que la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento / JASS 7 de Octubre – Pucayacu, ha visto por conveniente aceptar y brindar las facilidades para el acceso a la instalaciones del sistema de agua potable para la realización de sus actividades, para la ejecución de su tesis "Decaimiento de Cloro Residual en la red de distribución de agua para consumo humano en el caserío 7 de Octubre, Pucayacu – Leoncio Prado – Huánuco, periodo agosto – octubre, 2024"

Sin otro en particular, me despido de usted, deseándole éxitos en la ejecución de su tesis.

Atentamente:


JULIO PEDRO VELÁSQUEZ ZACARÍAS
PRESIDENTE DEL JASS 7 DE OCTUBRE

Recibido
Jos. M. 2024

Anexo B. Tiempo de muestreo**Tabla 4.** Tiempo de muestreo.

Primer muestreo (agosto)	Segundo muestreo (septiembre)	Tercer muestreo (octubre)
Fecha	Fecha	Fecha
31/08/24	29/09/24	31/10/24

Anexo C. Estado de conservación de los componentes del sistema de distribución de agua potable

Tabla 5. Estado de conservación de la infraestructura de captación

Estado de conservación de la estructura de captación del caserío 7 de Octubre				
Nombre del informe	Caserío	Distrito	Provincia	Departamento
Ubicación	7 de Octubre	Pucayacu	Leoncio Prado	Huánuco
Estado de conservación de la estructura de captación				
Existe una estructura de captación tipo barraje, se encuentra en un estado regular, se encontró por todo su perímetro presencia de malezas, hojarascas y residuos sólidos, así mismo, se encontró la presencia de mohos debido a la falta de limpieza.				
Beneficiarios directos	120 familias del caserío 7 de Octubre			
Prioridad	Alta			
Impacto	Impacto negativo por la presencia de mohos y por las presencias de residuos sólidos.			
Objetivo principal	Conocer el estado de conservación que se encuentra la estructura de captación del sistema de abastecimiento de agua para la población del caserío 7 de Octubre.			
Descripción de la ficha				
La presente ficha nos sirvió para conocer el estado de conservación en el que se encuentra la estructura de captación del sistema de abastecimiento de agua del caserío 7 de Octubre, como se menciona a inicios se encontró malezas, residuos sólidos, presencia de mohos. Ante estos impactos negativos se realizó la propuesta de limpieza mediante una faena por parte de la población encabezada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).				

Tabla 6. Estado de conservación de la infraestructura de desarenador.

Nombre del informe	Estado de conservación de la estructura del desarenador de agua del caserío 7 de Octubre			
Ubicación	Caserío	Distrito	Provincia	Departamento
	7 de Octubre	Pucayacu	Leoncio Prado	Huánuco
Estado de conservación de la estructura del desarenador				
Existe una estructura del desarenador que se encarga de eliminar arena y materiales solidos del agua, este se encuentra en un estado regular. Se observo presencia de suciedad tanto en la estructura y la tubería en la que pasa el agua. Esta estructura cuenta con un techado con la finalidad de evitar las caídas de hojas en el lugar.				
Beneficiarios directos	120 familias del caserío 7 de Octubre			
Prioridad	Alta			
Impacto	Impacto negativo por la presencia de suciedad			
Objetivo principal	Conocer el estado de conservación que se encuentra la estructura del desarenador del sistema de abastecimiento de agua para la población del caserío 7 de Octubre.			
Descripción de la ficha				
La presente ficha nos sirvió para conocer el estado de conservación en el que se encuentra la estructura del desarenador del sistema de abastecimiento de agua del caserío 7 de Octubre. Ante el impacto negativo se realizó la propuesta de limpieza mediante una faena por parte de la población encabezada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).				

Tabla 7. Estado de conservación de la infraestructura de sedimentación.

Nombre del informe	Estado de conservación de la estructura del sedimentador de agua del caserío 7 de Octubre			
Ubicación	Caserío	Distrito	Provincia	Departamento
	7 de Octubre	Pucayacu	Leoncio Prado	Huánuco
Estado de conservación de la estructura del desarenador				
Existe una estructura de sedimentador que se encuentra en un estado regular. Se observo presencia de suciedad tanto en la estructura y la tubería en la que pasa el agua. Esta estructura cuenta con un techado con la finalidad de evitar las caídas de hojas en el lugar y está cercado con malla en todo su perímetro.				
Beneficiarios directos	120 familias del caserío 7 de Octubre			
Prioridad	Alta			
Impacto	Impacto negativo por la presencia de suciedad			
Objetivo principal	Conocer el estado de conservación que se encuentra la estructura del sedimentador del sistema de abastecimiento de agua para la población del caserío 7 de Octubre.			
Descripción de la ficha				
La presente ficha nos sirvió para conocer el estado de conservación en el que se encuentra la estructura del sedimentador del sistema de abastecimiento de agua del caserío 7 de Octubre. Ante el impacto negativo se realizó la propuesta de limpieza mediante una faena por parte de la población encabezada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).				

Tabla 8. Estado de conservación de la infraestructura de reservorio.

Nombre del informe				
Estado de conservación de la estructura de reservorio del caserío 7 de Octubre				
Ubicación	Caserío	Distrito	Provincia	Departamento
	7 de Octubre	Pucayacu	Leoncio Prado	Huánuco
Estado de conservación de la estructura de reservorio				
Existe una estructura de reservorio que tiene un volumen de 37.45 m ³ , se encuentra en un estado regular, se encontró por todo su perímetro presencia de malezas y hojarasca debido a la falta de limpieza.				
Beneficiarios directos	120 familias del caserío 7 de Octubre			
Prioridad	Alta			
Impacto	Impacto negativo por la presencia de mohos			
Objetivo principal	Conocer el estado de conservación que se encuentra la estructura de reservorio del sistema de abastecimiento de agua para la población del caserío 7 de Octubre.			
Descripción de la ficha				
La presente ficha nos sirvió para conocer el estado de conservación en el que se encuentra la estructura de reservorio del sistema de abastecimiento de agua del caserío 7 de Octubre, como se menciona a inicios se encontró a su alrededor malezas. Ante estos impactos negativos se realizó la propuesta de limpieza mediante una faena por parte de la población encabezada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).				

Tabla 9. Estado de conservación del tanque clorador

Nombre del informe	Estado de conservación del tanque clorador de agua del caserío 7 de Octubre			
Ubicación	Caserío	Distrito	Provincia	Departamento
	7 de Octubre	Pucayacu	Leoncio Prado	Huánuco
Estado de conservación del tanque clorador				
<p>Existe un tanque clorador de 600 litros que se encuentra en la parte superior del reservorio, el cual se encuentra en un buen estado, en este tanque se introduce 05 kilogramos de cloro granulado y se disuelve con el líquido (agua), de esta manera se realiza la desinfección del agua en el reservorio por el método de goteo. El tanque cuenta con un techado con la finalidad de evitar las caídas de hojas en el lugar.</p>				
Beneficiarios directos	120 familias del caserío 7 de Octubre			
Prioridad	Alta			
Impacto	-			
Objetivo principal	Conocer el estado de conservación que se encuentra el tanque clorador del sistema de abastecimiento de agua para la población del caserío 7 de Octubre.			
Descripción de la ficha				
<p>La presente ficha nos sirvió para conocer el estado de conservación en el que se encuentra el tanque clorador del sistema de abastecimiento de agua del caserío 7 de Octubre. Se indico que para su buen uso la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) siga realizando el mantenimiento adecuado al tanque clorador.</p>				

Tabla 10. Estado de conservación de la red de distribución y conexión domiciliaria

Nombre del informe	Estado de conservación de la red de distribución y conexión domiciliaria de agua del caserío 7 de Octubre			
Ubicación	Caserío	Distrito	Provincia	Departamento
	7 de Octubre	Pucayacu	Leoncio Prado	Huánuco
Estado de conservación de la red de distribución y conexión domiciliaria				
<p>Existe una red de distribución para que el agua llegue a los hogares de las familias del caserío 7 de Octubre, que constan de tuberías que llegan desde el km 12 hasta el km 19. Casi en su totalidad de las tuberías se encuentran bajo tierra y se encuentra en un estado regular.</p> <p>Se encontró fugas a lo largo de la red de distribución y en los caños domiciliarios.</p>				
Beneficiarios directos	120 familias del caserío 7 de Octubre			
Prioridad	Alta			
Impacto	Uso irracional del agua			
Objetivo principal	Conocer el estado de conservación que se encuentra la red de distribución y conexiones domiciliarias del sistema de abastecimiento de agua para la población del caserío 7 de Octubre.			
Descripción de la ficha				
<p>La presente ficha nos sirvió para conocer el estado de conservación en el que se encuentra la red de distribución y las conexiones domiciliarias del sistema de abastecimiento de agua del caserío 7 de Octubre. A lo largo de la red de distribución se logró presenciar fugas de agua que vienen directamente de las tuberías y/o caños. Ante estos impactos negativos se realizó la propuesta de reparación de las tuberías y/o caños de los lugares donde presenta dicho problema. encabezada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).</p>				

Anexo D. Resultados de los puntos de muestreo durante el periodo agosto – octubre.

Tabla 11. Resultados del primer muestreo en el mes de agosto.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		06:31 a.m.	0.78	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		06:55 a.m.	0.56	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		07:09 a.m.	0.54	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		07:22 a.m.	0.31	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		07:44 a.m.	0.27	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	31/08/2024	08:19 a.m.	0.51	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		08:30 a.m.	0.48	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		08:57 a.m.	0.41	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		09:13 a.m.	0.36	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		09:28 a.m.	0.22	-

Tabla 12. Resultados del segundo muestreo en el mes de agosto.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		11:12 a.m.	0.74	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		11:38 a.m.	0.52	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		12:01 a.m.	0.45	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		12:19 a.m.	0.29	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		12:43 a.m.	0.27	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	31/08/2024	01:11 p.m.	0.48	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		01:24 p.m.	0.46	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		01:40 p.m.	0.38	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		01:57 p.m.	0.30	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		02:12 p.m.	0.17	-

Tabla 13. Resultados del tercer muestreo en el mes de agosto.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		04:02 p.m.	0.77	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		04:02 p.m.	0.55	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		04:02 p.m.	0.52	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		04:02 p.m.	0.31	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		04:02 p.m.	0.28	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	31/08/2024	04:02 p.m.	0.50	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		04:02 p.m.	0.45	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		04:02 p.m.	0.40	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		04:02 p.m.	0.34	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		04:02 p.m.	0.21	-

Tabla 14. Promedio de resultados de los muestreos en el mes de agosto.

Código	Cloro Residual (mg/L)			Promedio Cloro Residual (mg/L)
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	
P1-RC70	0.78	0.74	0.77	0.76
P2-C70	0.56	0.52	0.55	0.54
P3-C70	0.54	0.45	0.52	0.50
P4-C70	0.31	0.29	0.31	0.30
P5-C70	0.27	0.27	0.28	0.27
P6-C70	0.51	0.48	0.50	0.50
P7-C70	0.48	0.46	0.45	0.46
P8-C70	0.41	0.38	0.40	0.40
P9-C70	0.36	0.30	0.34	0.33
P10-C70	0.22	0.17	0.21	0.20

Tabla 15. Resultados del primer muestreo en el mes de septiembre.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		07:00 a.m.	0.62	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		07:29 a.m.	0.52	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		07:42 a.m.	0.49	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		07:56 a.m.	0.30	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		08:12 a.m.	0.22	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	29/09/2024	08:40 a.m.	0.48	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		08:51 a.m.	0.46	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		09:11 a.m.	0.39	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		09:33 a.m.	0.32	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		09:41 a.m.	0.18	-

Tabla 16. Resultados del segundo muestreo en el mes de septiembre.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		12:15 p.m.	0.6	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		12:27 p.m.	0.54	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		12:40 p.m.	0.49	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		12:58 p.m.	0.31	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		01:13 p.m.	0.21	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	29/09/2024	01:36 p.m.	0.49	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		01:50 p.m.	0.45	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		02:02 p.m.	0.38	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		02:21 p.m.	0.33	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		02:45 p.m.	0.20	-

Tabla 17. Resultados del tercer muestreo en el mes de septiembre.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		04:10 p.m.	0.65	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		04:28 p.m.	0.54	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		04:44 p.m.	0.51	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		04:59 p.m.	0.31	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		05:11 p.m.	0.24	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	29/09/2024	05:32 p.m.	0.48	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		05:43 p.m.	0.44	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		05:58 p.m.	0.41	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		06:10 p.m.	0.35	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		06:21 p.m.	0.24	-

Tabla 18. Promedio de resultados de los muestreos en el mes de septiembre.

Código	Cloro Residual (mg/L)			Promedio Cloro Residual (mg/L)
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	
P1-RC7O	0.62	0.6	0.65	0.62
P2-C7O	0.52	0.54	0.54	0.53
P3-C7O	0.49	0.49	0.51	0.50
P4-C7O	0.30	0.31	0.31	0.31
P5-C7O	0.22	0.21	0.24	0.22
P6-C7O	0.48	0.49	0.48	0.48
P7-C7O	0.46	0.45	0.44	0.45
P8-C7O	0.39	0.38	0.41	0.39
P9-C7O	0.32	0.33	0.35	0.33
P10-C7O	0.18	0.20	0.24	0.21

Tabla 19. Resultados del primer muestreo en el mes de octubre.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		07:24 a.m.	0.7	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		07:43 a.m.	0.61	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		07:56 a.m.	0.59	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		08:12 a.m.	0.43	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		08:35 a.m.	0.29	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	31/10/2024	08:59 a.m.	0.57	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		09:20 a.m.	0.54	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		09:41 a.m.	0.48	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		09:54 a.m.	0.40	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		10:11 a.m.	0.26	-

Tabla 20. Resultados del segundo muestreo en el mes de octubre.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		12:02 p.m.	0.69	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		12:24 p.m.	0.61	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		12:37 p.m.	0.58	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		12:55 p.m.	0.44	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		01:10 p.m.	0.30	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	31/10/2024	01:32 p.m.	0.58	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		01:47 p.m.	0.53	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		02:01 p.m.	0.49	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		02:16 p.m.	0.39	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		02:30 p.m.	0.28	-

Tabla 21. Resultados del tercer muestreo en el mes de octubre.

Código	Punto de muestreo	Coordenadas		Descripción del Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cloro Residual (mg/L)	Observaciones
		Este	Norte					
P1-RC7O	Reservorio	377808.00	9025841.00	Reservorio		04:09 p.m.	0.67	-
P2-C7O	Red de distribución	376955.00	9025546.00	Vivienda		04:22 p.m.	0.59	-
P3-C7O	Red de distribución	376883.00	9025370.00	Vivienda		04:39 p.m.	0.58	-
P4-C7O	Red de distribución	377079.00	9024832.00	Vivienda		04:58 p.m.	0.41	-
P5-C7O	Red de distribución	377300.00	9024162.00	Vivienda		05:14 p.m.	0.28	-
P6-C7O	Red de distribución	376709.00	9026154.00	I.E.32557	31/10/2024	05:40 p.m.	0.56	-
P7-C7O	Red de distribución	376607.00	9026368.00	Restaurant		05:57 p.m.	0.51	-
P8-C7O	Red de distribución	376537.00	9026861.00	Vivienda		06:09 p.m.	0.47	-
P9-C7O	Red de distribución	376410.00	9027096.00	Vivienda		06:23 p.m.	0.37	-
P10-C7O	Red de distribución	375993.00	9027707.00	Vivienda		06:35 p.m.	0.25	-

Tabla 22. Promedio de resultados de los muestreo en el mes de octubre.

Código	Cloro Residual (mg/L)			Promedio Cloro Residual (mg/L)
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	
P1-RC7O	0.7	0.69	0.67	0.69
P2-C7O	0.61	0.61	0.59	0.60
P3-C7O	0.59	0.58	0.58	0.58
P4-C7O	0.43	0.44	0.41	0.43
P5-C7O	0.29	0.30	0.28	0.29
P6-C7O	0.57	0.58	0.56	0.57
P7-C7O	0.54	0.53	0.51	0.53
P8-C7O	0.48	0.49	0.47	0.48
P9-C7O	0.40	0.39	0.37	0.39
P10-C7O	0.26	0.28	0.25	0.26

Tabla 23. Promedio de resultados de los muestreos periodo agosto - octubre.

Código	Concentración de cloro residual (mg/L)			Promedio de concentración de cloro residual (mg/L) - Periodo agosto - octubre
	Agosto	Septiembre	Octubre	
P1	0.76	0.62	0.69	0.69
P2	0.54	0.53	0.60	0.56
P3	0.50	0.50	0.58	0.53
P4	0.30	0.31	0.43	0.35
P5	0.27	0.22	0.29	0.26
P6	0.50	0.48	0.57	0.52
P7	0.46	0.45	0.53	0.48
P8	0.40	0.39	0.48	0.42
P9	0.33	0.33	0.39	0.35
P10	0.20	0.21	0.26	0.22

Anexo E. Panel fotográfico.**Figura 16.** Captación del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 17. Desarenador del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 18. Sedimentador del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 19. Reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 20. Tanque clorador del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 21. Tuberías del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 22. Conexión domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 23. Conexión domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 24. Equipo para medición de cloro residual.



Figura 25. Reactivo DPD.



Figura 26. Cubetas de vidrio.



Figura 27. Colorímetro HACH DR 300.



Figura 28. Toma de muestra en vivienda.



Figura 29. Toma de muestra en I.E 32557.



Figura 30. Aplicación del reactivo DPD.



Figura 31. Valor de muestra en blanco.



Figura 32. Toma de valor de muestra recolectadas en reservorio.



Figura 33. Muestra con reactivo DPD y muestra en blanco.



Figura 34. Medición de tubería de conexión domiciliar.



Figura 35. Equipo GPSMAP GARMIN 64sx.



Figura 36. Toma de coordenadas UTM.



Figura 37. Toma de muestra en restaurant.



Figura 38. Medición de cloro residual en restaurant.



Figura 39. Restaurant donde se realizó la toma de muestras.



Figura 40. Conexión domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable.



Figura 41. I.E. 32557 donde se realizó la toma de muestras.



Figura 42. Toma de valor de cloro residual en vivienda.



Figura 43. Sistema de cloración por goteo.



Figura 44. Toma de coordenadas de reservorio.



Figura 45. Toma de coordenadas UTM.



Figura 46. *Medición de tubería del sistema de abastecimiento de agua potable.*



Figura 47. Medición de tubería del sistema de abastecimiento de agua potable.



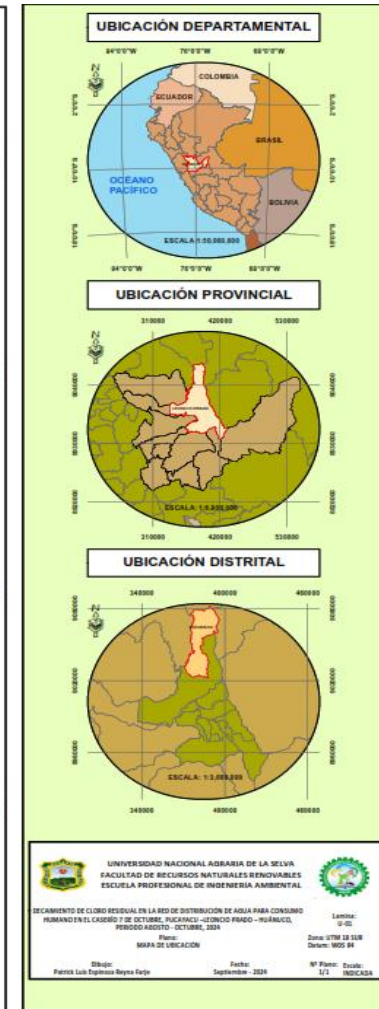
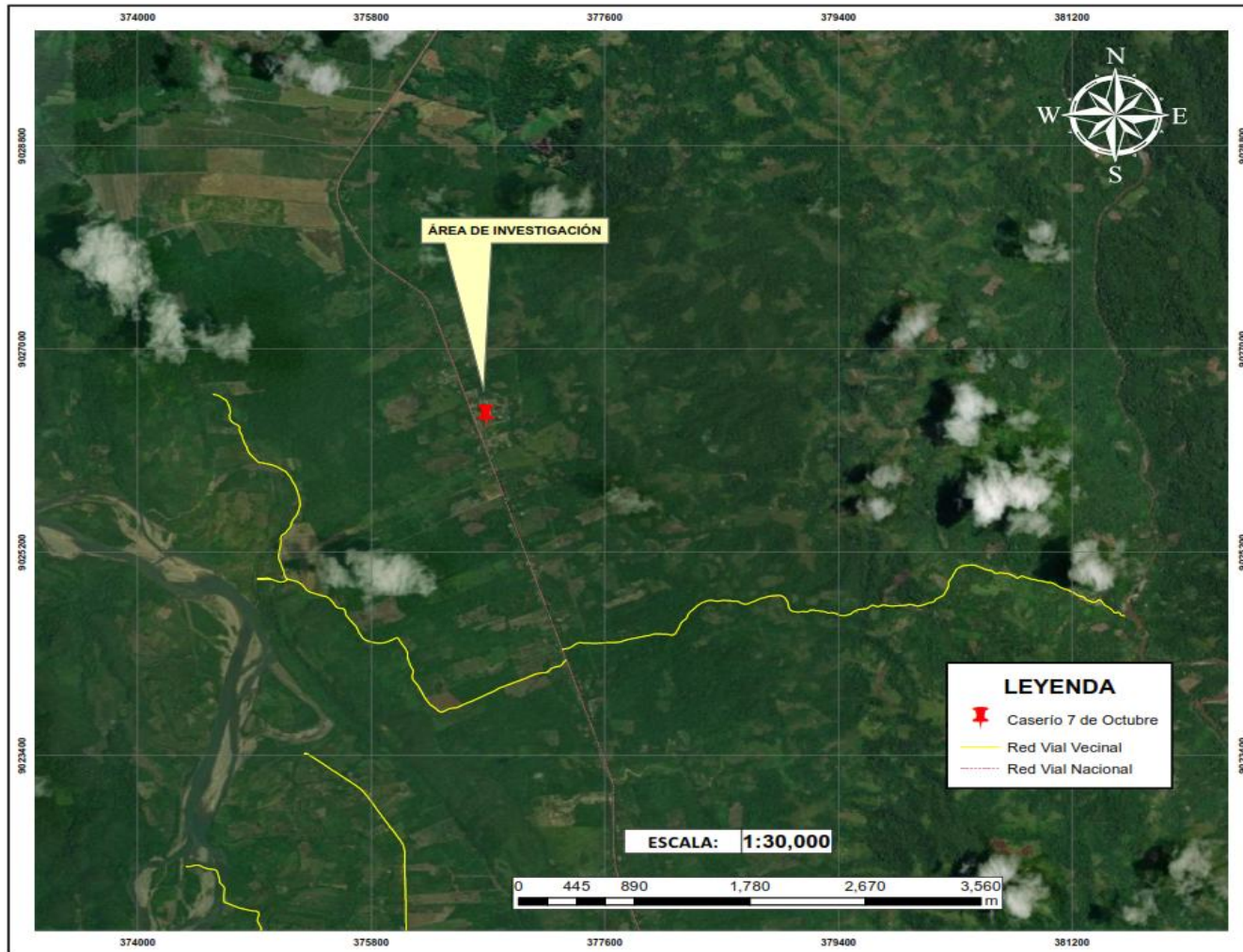
Figura 48. Caminata para visita del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable.



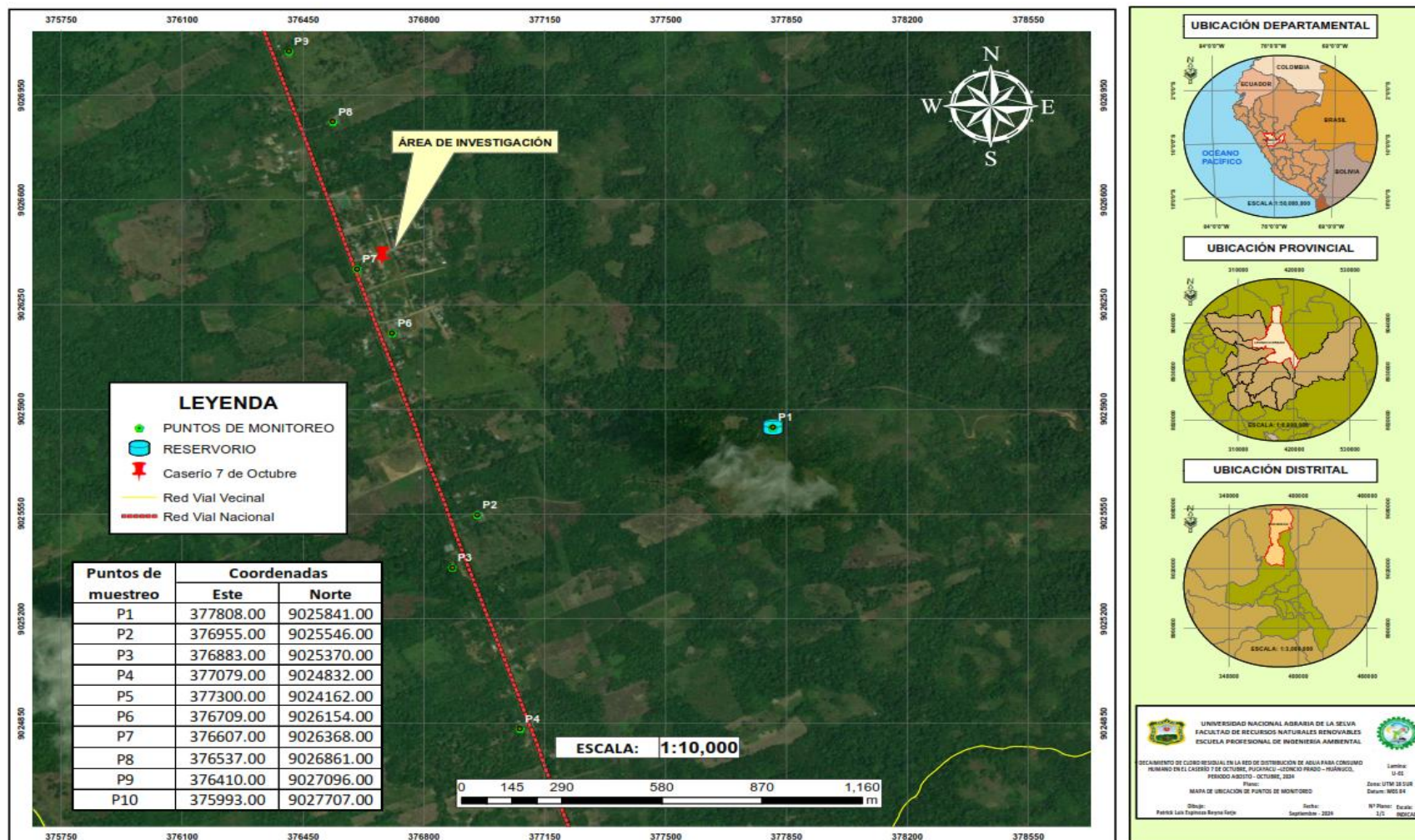
Figura 49. Vivienda donde se realizó el muestreo de cloro residual.

Anexo F. Mapas

Mapa de ubicación



Mapa de ubicación de los puntos de muestreo



Mapa de nivel de cloro residual

