



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

Autor:

Alexander Muñoz Diaz

<https://orcid.org/0000-0002-4078-1505>

Asesor:

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

<https://orcid.org/0000-0003-1396-9745>

Co-asesor:

Ing. Mg. Julio Santiago Chumacero Acosta

<https://orcid.org/0000-0002-1116-9587>

Código N° 60510222

Moyobamba, Perú

2023



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

Autor:
Alexander Muñoz Diaz

Sustentado y aprobado el 06 de setiembre del 2023, por los siguientes jurados:

Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas
Luna

Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Juan José Pinedo
Canta

Vocal de Jurado
Ing. M.Sc. Juan Carlos Rojas
Vásquez

Asesor
Ing. Dr. Yrwin Francisco
Azabache Liza

Moyobamba, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS CONDUCENTES
A TÍTULO PROFESIONAL N.º 013-2023-UNSM/EPIS/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 461-2021-UNSM/CFT/FE, Moyobamba 31 de diciembre del 2021, Resolución N.º 202-2022-UNSM/CFT/FE, Moyobamba, 30 de junio del 2022,

**FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA SANITARIA**

A las 5: 00 pm del día miércoles 06 de setiembre del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: "Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café", para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, presentado por Alexander Muñoz Diaz, con la asesoría del Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza y como co- asesor: Ing. M.Sc. Julio Santiago Chumacero Acosta.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna (Presidente del jurado), Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta (Secretario), Ing. MBA. Juan Carlos Rojas Vásquez (Vocal) y acompañado por el Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución N° 327-2022-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 29 de septiembre del 2022.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluando, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue B.U.E.N.O.....(16), tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es DIECISEIS..... y correspondiente a la calificación de BUENO..... Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 16:45 horas, el mismo día 06 de setiembre del 2023.

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta
Secretario de Jurado

Ing. M.B.A Juan Carlos Rojas Vásquez
Vocal del Jurado

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Asesor

Alexander Muñoz Díaz
Autor

Declaratoria de autenticidad

Alexander Muñoz Diaz, con DNI N° 60298324, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 06 de setiembre del 2023.



Alexander Muñoz Diaz

DNI N° 60298324

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café.</p>	<p>Área de investigación: Ciencia y tecnología ambiental Línea de investigación: Saneamiento ambiental Sublínea de investigación: Tratamiento de agua Grupo de investigación: Tecnología del tratamiento de agua Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor:</p> <p>Alexander Muñoz Diaz</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria https://orcid.org/0000-0002-4078-1505</p>
<p>Asesor:</p> <p>Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria Unidad o Laboratorio Ingeniería Sanitaria https://orcid.org/0000-0003-1396-9745</p>
<p>Coasesor:</p> <p>Ing. Mg. Julio Santiago Chumacero Acosta</p>	<p>Contraparte científica: Facultad o Institución: Ecología Unidad o Laboratorio: Ingeniería Sanitaria País: Perú https://orcid.org/0000-0002-1116-9587</p>

Dedicatoria

Dedico principalmente este trabajo de investigación a Dios, auténtica fuente de iluminación y conocimiento, por haber permitido avanzar con éxito hasta esta grandiosa etapa de mi carrera profesional.

Con mi más sincera gratitud a mis padres, Maria Diaz y Santiago Muñoz, por su inquebrantable cariño y respaldo a lo largo de toda mi vida. Son mi constante inspiración por el arduo trabajo para hacer de mí una persona mejor.

A mis hermanos Elfer, Anali, Orfelinda y Thiago Anthony, Tengan en cuenta que los quiero sin fin.

A mis abuelos, tíos y primos por estar siempre a mi lado, celebrar conmigo mis victorias y apoyarme a diario.

Agradecimiento

Doy gracias a Dios por concederme la salud, la sabiduría y la capacidad necesaria para llevar a cabo con eficacia esta próxima etapa de mi vida profesional.

A mis padres, por ser desde siempre un ejemplo de lucha y esfuerzo, por inculcarme valores de una persona de bien, gracias por su amor incondicional.

A mi estimado asesor Yrwin Francisco Azabache Liza, coasesor Julio Santiago Chumacero Acosta, quienes han sido piezas fundamentales para poder realizar la investigación, apoyándome con su experiencia profesional.

A los Ingenieros Ronald Fernando Rodriguez Espinoza, Adolfo Enrique Guerrero Escobedo, Delmester Chuquimbalqui Marina, por sus aportes y participación en la concepción, diseño, análisis de datos, revisión crítica y demás etapas del desarrollo de la presente tesis; así como su disposición de continuar con la investigación planteada.

A la Universidad Nacional San Martín por permitir formarme en sus aulas, y a mis profesores por su comprensión, tiempo y esfuerzo dedicado a impartir conocimientos y ayudar a convertirme en un profesional con valores y habilidades.

A todas las personas de mi entorno que han sido fundamentales en mi formación profesional, en especial al ingeniero Miguel Angel Sanchez Requejo.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes de la investigación.....	17
2.2 Fundamentos teóricos	18
2.2.1 Marco internacional sobre calidad de agua.....	18
2.2.2 Situación de la cloración del agua rural en el Perú.	19
2.2.3 Situación de la cloración de agua rural en región de San Martín.	22
2.2.4 La cloración como método de desinfección	23
2.2.5 La cloración como método de desinfección para el ámbito rural	25
2.2.6 Control de nivel estático en reservorios de agua potable	27
2.2.7 Aprovechamiento de agua cruda para el lavado de “café”.	29
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	34
3.1.1. Contexto de la investigación.....	34
3.1.2. Periodo de ejecución	35
3.1.3. Aplicación de principios éticos internacionales.....	35
3.2. Sistema de variables.....	35
3.3. Procedimientos de la investigación.....	35
3.3.1 Procedimiento del objetivo específico 1	35

	10
3.3.2 Procedimiento del objetivo específico 2.....	38
3.3.3 Procedimiento del objetivo específico 3.....	46
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1 Instalación del dispositivo de nivel estático	47
4.2 Determinación del ahorro de cloro comparando las cantidades usadas antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático	48
4.3 Aprovechamiento del agua cruda excedente para el lavado de “café”	52
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Relación de las constantes físicas del “café”</i>	30
Tabla 2	<i>Medición del caudal de agua a clorar</i>	38
Tabla 3	<i>Cálculo de la cantidad de cloro a utilizar sin nivel estático</i>	39
Tabla 4	<i>Medición del tiempo de rebose de agua</i>	40
Tabla 5	<i>Cálculo de la cantidad de cloro a utilizar con nivel estático</i>	41
Tabla 6	<i>Registro de control de cloro residual para consumo humano</i>	42
Tabla 7	<i>Medición del volumen de agua sobrante diario</i>	46
Tabla 8	<i>Determinación del ahorro de cloro</i>	48
Tabla 9	<i>Determinación del ahorro económico</i>	49
Tabla 10	<i>Registro de control de cloro residual para consumo humano</i>	50
Tabla 11	<i>Caudal de oferta y disponibilidad de agua</i>	52
Tabla 12	<i>Gasto de agua en lavado de “café”</i>	52

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Ubicación del proyecto.....	34
<i>Figura 2.</i> Almacenamiento de agua potable de 15 m3	36
<i>Figura 3.</i> Accesorios del nivel estático	37
<i>Figura 4.</i> Instalación del nivel estático.....	47
<i>Figura 5.</i> Comparación de las cantidades usadas antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático	48
<i>Figura 6.</i> Costo de cloro en la cloración antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático.....	49
<i>Figura 7.</i> Registro de control de cloro residual	51

RESUMEN

Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café

La cloración del agua en el proceso de potabilización, es una forma de tratamiento de agua en zonas rurales. En la zona rural para cumplir con este requisito, se logra mediante la implementación de tecnologías de cloración; sin embargo, se necesita evitar la pérdida de agua tratada con cloro en especial las horas de menor consumo de la población cuando se produce rebose en el reservorio, donde se debe suministrar cloro en las cantidades que aseguren el cloro residual libre requerido en el agua para consumo humano. La presente investigación tiene como objetivo implementar el dispositivo de nivel estático en el sistema de potabilización de agua que contribuya al ahorro de cloro y al aprovechamiento de agua cruda para el lavado de “café”. El estudio se desarrolló en el sistema de agua del centro poblado Santa Rosa, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento San Martín. Con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, la investigación se llevó a cabo desde el 14 – 11 – 2022 al 14-04-2023. Primero, se procedió a la correcta instalación del dispositivo de nivel estático en el reservorio del sistema de agua, luego se realizó el cálculo del caudal de la captación, ingreso al reservorio y salida del reservorio, el cual nos permitió utilizar la cantidad de cloro requerida para consumo humano en la cloración del agua. Además, el agua cruda sobrante del rebose del reservorio lo dirigimos a un tanque de 1100 litros que fue utilizado para el lavado de “café”. Posteriormente se hizo la comparación de los gastos de cloro utilizados sin el dispositivo de nivel estático y con la implementación del dispositivo de nivel estático utilizando Microsoft Excel. En conclusión, la implementación del mecanismo de nivel estático en el sistema de potabilización de agua del caserío Santa Rosa contribuye de manera benéfica en 437.91 nuevos soles de ahorro anual en cloración y se aprovecha un aproximado de 3.0 m³ de agua cruda por cada día de lavado de “café”.

Palabras clave: Nivel estático, cloración, ahorro de cloro, JASS, lavado de “café”.

ABSTRACT

Static level in drinking water treatment system for chlorine saving and use of raw water in coffee washing.

Water chlorination is a form of water treatment in the drinking water treatment process in rural areas. This requirement is met in rural areas through the implementation of chlorination technologies; however, it is necessary to avoid the loss of chlorinated water, especially during off-peak hours when there is an overflow in the reservoir, where chlorine must be supplied in quantities that ensure the free residual chlorine required in the water for human consumption. The objective of this research is to implement a static level device in the water purification system that will contribute to chlorine savings and to the use of raw water for washing "coffee". The study was carried out in the water system of the Santa Rosa population center, district of Soritor, province of Moyobamba, department of San Martín. In order to achieve the established objectives, the research was conducted from 14 - 11 - 2022 to 14-04-2023. First, the static level device was correctly installed in the reservoir of the water system, then the calculation of the flow rate of the intake, reservoir inlet and reservoir outlet was performed, which allowed the use of the amount of chlorine required for human consumption in the chlorination of the water. In addition, the excess raw water from the reservoir overflow was directed to an 1100 liter tank that was used for washing "coffee". Subsequently, a comparison of the chlorine costs used without the static level device and with the implementation of the static level device was made using Microsoft Excel. In conclusion, the implementation of the static level device in the water purification system of the Santa Rosa farmhouse contributes 437.91 Peruvian soles in annual savings in chlorination and approximately 3.0 m³ of raw water is used for each day of "coffee" washing.

Keywords: Static level, chlorination, chlorine saving, JASS, coffee washing.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El acceso al agua potable es un derecho básico del hombre, pilar esencial para tener un mejor estándar de calidad de vida en todo el mundo, así lo reconoce la Organización de las Naciones Unidas. Las comunidades con un suministro de agua limitado suelen estar económicamente necesitadas, y sus habitantes se ven atrapados en este círculo defectuoso de pobreza (OMS, 2021).

Sólo el 74% de la población mundial utiliza el servicio gestionado de manera segura del agua potable en 2020. Además, solo el 60% tiene cobertura a este servicio en zonas rurales frente al 86% de las zonas urbanas, de los 5 800 millones de personas que utilizan servicios gestionados de forma segura (OMS, 2021).

El Perú no es ajeno a esta problemática, en el ámbito rural se cuenta con una brecha de cobertura del 24.7% y un 96.8% de calidad, significa que solo el 3.2% de la población consume agua con el nivel de cloro requerido. Si bien la mayoría de las localidades rurales cuentan con sistemas de agua, estas no disponen acceso a agua saludable por diversas razones, siendo más común el deterioro de la infraestructura y la falta de cloración de este recurso, debido a una irregular gestión en operación y mantenimiento de los sistemas de agua por parte de las organizaciones comunales que administran (FONCODES, 2020)

Es imprescindible aludir la importancia de la cloración como proceso en la potabilización de agua para consumo humano, el cual es complicado en zonas rurales, donde puede ser el único modo de tratamiento accesible. En zonas rurales para cumplir con este requisito, se logra con la instalación de tecnologías de cloración; sin embargo, se tiene que tomar medidas para evitar la pérdida de agua tratada con cloro principalmente por las noches o durante las horas de menor consumo de la población cuando se origina rebose en el reservorio, donde se debe suministrar cloro en las cantidades necesarias que aseguren el cloro residual libre requerido en el agua para consumo humano. “Una de las medidas implantadas para evitar la pérdida de agua clorada es la instalación del dispositivo de nivel estático” (Torres, 2014)

La operatividad de este mecanismo se vincula con el llenado de la estructura del reservorio, esto consiste, cuando el reservorio logra su nivel máximo de agua clorada, el ingreso del agua cruda que llega desde la captación se interrumpe, haciendo fluir el agua por la tubería que se conecta al cono de rebose (Torres, 2014).

Evidenciando que el agua cruda conectada al cono de rebose está dirigida a ser desperdiciada, destacando así el mal aprovechamiento del recurso hídrico, por ello es

necesario dar un debido uso al desperdicio de agua sin tratar, pudiendo utilizar este medio en la actividad del lavado de “café”, aquellos pobladores que tienen sus cultivos agrícolas cercanos al sistema de agua. Asimismo, observando que la actividad del lavado de “café” implica a los cafetaleros a realizarlo con agua tratada, para aquellos que cuentan con el servicio y los que no, hacer uso de las quebradas, esto abarca mayor mano de obra y mayor contaminación de los recursos hídricos. Por ello, el agua sin tratar se utilizaría para el lavado de los granos de “café”.

Debido a lo mencionado anteriormente y a las evidencias de pérdidas frecuentes de flujo de agua tratada observadas a través del rebose del reservorio del sistema de agua en el centro rural de Santa Rosa, distrito de Soritor, reflejando que partículas de cloro se desperdician a través de la tubería de rebose sin ser aprovechadas en el proceso de potabilización del agua, surge la necesidad de estudiar la implementación del dispositivo de nivel estático en los reservorios de sistemas de agua por gravedad. Se debe considerar que el funcionamiento de este dispositivo desempeñe un papel crucial en el mantenimiento de la calidad del agua tratada y en la posibilidad de utilizar el agua sin tratar para el lavado de “café”.

En base a lo expuesto se propone la siguiente interrogante: ¿Puede la implementación del dispositivo de nivel estático en el sistema de potabilización de agua contribuir al ahorro de cloro y al aprovechamiento de agua cruda para el lavado de “café”?

Se tiene como objetivo general implementar el dispositivo de nivel estático en el sistema de potabilización de agua que contribuya al ahorro de cloro y al aprovechamiento de agua cruda para el lavado de “café”; teniendo los siguientes objetivos específicos: Instalar el dispositivo de nivel estático en el sistema de potabilización de agua en el caserío de Santa Rosa distrito de Soritor; determinar el costo económico del ahorro del cloro comparando las cantidades usadas antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático; dirigir el agua cruda excedente con fin del aprovechamiento para el lavado de “café”.

Se indica que la presente investigación tiene como variable independiente: Implementación de nivel estático, y como variable dependiente: Ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda para lavado de “café”.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Chauca & Orozco (2012), en su investigación titulada “Diseño e implementación de un sistema automatizado para la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable en la comunidad San Vicente de Lacas”, esta investigación se realizó en el país de Ecuador. La investigación llegó a la conclusión que los sistemas de dosificación automática son una forma muy eficaz para clorar el agua, como demuestra el hecho de que el 96% de las muestras tomadas durante el periodo de evaluación del funcionamiento cumplen con las normas de cloro residual de la norma INEN 1108.

Landeo (2018), en su tesis titulada “Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales”, desarrollada en la localidad de Lirpancca del departamento de Huancavelica. La investigación es del tipo experimental. La investigación llegó a los siguientes resultados que los métodos de cloración por goteo con el mecanismo de nivel estático aumentan considerablemente la eficacia de los sistemas de cloración instalados en las regiones rurales. Dado que los resultados finales del cloro residual se sitúan entre 0,5 mg/l y 1 mg/l.

Horna (2014), en su tesis “Optimización del consumo del cloro en la potabilización del agua, haciendo uso del método del nivel estático en reservorio del sistema de agua potable rural del caserío el Tambo – Distrito de José Gálvez - 2014”, donde tras la ejecución de la investigación descrita llegó a la siguiente conclusión: Gracias a la instalación del dispositivo de nivel estático en el reservorio, que controla la cantidad de agua tratada que se pierde debido a los flujos de rebose, “se produce un ahorro significativo del 10,09% de hipoclorito de calcio granulado al 70% durante el proceso de cloración para la potabilización del agua en el reservorio del sistema de agua potable rural de El Tambo” (Horna, 2014).

Torres (2014), en su tesis: “Beneficios del uso del nivel estático en los reservorios del sistema de agua potable del distrito de Ichocán - Cajamarca”, obtuvo la siguiente conclusión: La municipalidad distrital de Ichocán experimenta una disminución de 182% en los costos debido a la implementación del nivel estático, generando ahorro del agua tratada. Además, como sólo se clora la cantidad consumida por la población, disminuyen los costes de operación y mantenimiento. Asimismo, como el agua tratada no se desperdicia, se mejora la cloración y las familias reciben agua de alta calidad con el nivel de cloro residual exigido por las normas establecidas.

Izquierdo (2018), en su tesis titulada “Mejoramiento de la calidad del agua a partir de tecnología de tratamiento de sistema de cloración por goteo en el centro poblado Flor del Mayo, distrito de Moyobamba - San Martín”. Esta investigación es del tipo aplicada a un nivel descriptivo. La metodología del laboratorio exigía una muestra de agua de 1 litro. El estudio llegó a la siguiente conclusión: el parámetro bacteriológico del agua se resolvió con la implantación del sistema de cloración por goteo o flujo constante y el control del cloro residual.

López & López (2018), en su investigación titulada “Mejoramiento de la calidad del agua a partir de tecnología de tratamiento, fortalecimiento de la organización comunal, en el caserío Santa Cruz, distrito de Pardo Miguel, provincia de Rioja-San Martín”, Era necesario instalar el sistema de cloración por goteo y controlar los niveles de cloro residual en las redes de distribución. Para llevar a cabo la investigación se utilizó un diseño experimental. Para calcular los valores de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, se tomaron muestras de 4 litros de agua. Los resultados fueron que en las 27 muestras tomadas el cloro tuvo un rango de 0.5 a 0.7 valores aceptables y recomendados por la normativa peruana.

2.2 Fundamentos teóricos

2.2.1 Marco internacional sobre calidad de agua

De hecho, después de las declaraciones que afirmaban su importancia, no fue hasta la Observación General N° 15, emitida en noviembre de 2002 por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, que el agua se estableció como un derecho humano relacionado, y se definió en detalle lo que se debe entender por su calidad (Málaga, 2021).

A través de un análisis de los artículos 11, que establece el derecho a la vida, y 12, que reconoce el derecho a la salud, del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, se argumenta que: “El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico” (UN Economic and Social Council, 2002).

El Comité reconoce el derecho humano al agua al relacionarlo con el derecho a la vida y la salud. Además, se incluye la idea de que la salubridad está implícita en este derecho. En este contexto, el Comité define su alcance normativo en términos de tanto las libertades como los derechos.

Las libertades engloban el derecho a preservar el acceso a un suministro de agua esencial para ejercer el derecho al agua, así como el derecho a no ser objeto de interferencias,

como permitir cortes no justificados en el suministro y la protección contra la contaminación de los recursos hídricos. Por otro lado, los derechos incluyen el derecho a un sistema de suministro y administración del agua que proporcione a la población igualdad de oportunidades para disfrutar del derecho al agua (UN Economic and Social Council, 2002).

A pesar de esto, y reconociendo que la realización del derecho al agua puede ser influenciada por diversas situaciones, se determina que los factores de disponibilidad, calidad y accesibilidad deben ser garantizados en todas las circunstancias.

Una característica integral y vital de los derechos humanos es el acceso al agua en calidad apta para su consumo, que se incluye como requisito mínimo de los Estados. De acuerdo con esto, en base a la calidad del agua se formula lo siguiente: “El agua utilizada para uso personal o doméstico debe ser pura, lo que significa que no puede contener microorganismos, productos químicos ni materiales radiactivos que puedan ser perjudiciales para la salud de las personas” (UN Economic and Social Council, 2002). El agua también tiene que tener el color, olor y sabor adecuados a las necesidades de cada individuo o familia.

Para la OMS (2018), el agua para consumo humano: “es del tipo que no representa un riesgo grave para la salud cuando se consume durante el ciclo de la vida, considerando los diversos factores de vulnerabilidad que las personas pueden experimentar en las diferentes etapas de su vida”.

Esta noción se fortalece cuando el Comité verifica que los Estados tienen la obligación básica y fundamental de garantizar al menos el derecho al acceso físico a instalaciones o servicios de agua que proporcionen agua segura, permanente y adecuada. Además, garantizar el acceso al agua, a las instalaciones y servicios de agua en condiciones no discriminatorias, especialmente a los grupos más vulnerables o marginados, entre otros aspectos. Debe quedar claro que los estados no pueden justificar el incumplimiento de estas obligaciones fundamentales (UN Economic and Social Council, 2002).

Así, podemos asegurar que, con estos elementos normativos del derecho, se establecen puntos de partida esenciales para que los Estados aborden la protección de este derecho en sus leyes internas. En relación a cuestiones como la definición de agua potable que puede comprender aspectos cuantitativos, el Comité sugiere emplear los estándares propuestos por la Organización Mundial de la Salud (Málaga, 2021).

Considerando esto, es evidente que existe un amplio acuerdo a nivel internacional que reconoce el derecho humano al acceso de agua potable para usos esenciales, en

consecuencia, se definen requerimientos internacionales mínimos para que los Estados cumplan con los estándares de calidad (Málaga, 2021).

2.2.2 Situación de la cloración del agua rural en el Perú.

La regulación de los servicios de saneamiento ha tenido un gran avance en los últimos años, se han rediseñado y expedido muchos instrumentos legales, se han fortalecido importantes instituciones de garantía, se han fijado metas y se ha desarrollado estrategias con alcance nacional. Sin embargo, esto todavía no es suficiente para los residentes de las zonas rurales del país en términos de calidad del agua (Málaga, 2021).

Según MINSA (2018), “Sistema de agua potable rural se denomina al total de componentes del abastecimiento de agua de una zona rural, con el fin de proporcionar agua limpia para el consumo de las personas”.

La Resolución Ministerial N° 078-2019-VIVIENDA, aprobada en el Perú, tiene como objetivo la mejora del acceso al agua clorada en las zonas rurales del país. Esta estrategia se centra en abordar los desafíos que enfrentan las áreas rurales y ofrece apoyo financiero directo en tres áreas clave:

- La instalación de sistemas de cloración.
- El suministro de insumos.
- Brindar asistencia técnica y concienciación.

Mientras que el respaldo económico directo para la implementación de sistemas de cloración y la provisión de insumos son componentes fundamentales de esta estrategia, un enfoque innovador se presenta en el último aspecto. “A través de este, permite la participación de operadores técnicos sociales, quienes servirán como apoyo técnico para las Áreas Técnicas Municipales, su función principal será proporcionar asistencia técnica a las organizaciones comunitarias en la operación y mantenimiento de los sistemas” (Málaga, 2021)

En la provisión de servicios de saneamiento en las zonas rurales, participan diversos actores. Es importante destacar que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) es la entidad responsable de supervisar y regular el sistema de saneamiento a nivel nacional. Como entidad rectora, el MVCS aprueba las normativas específicas para formular, planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial. En este contexto, el MVCS tiene la autoridad para emitir regulaciones con el propósito de cumplir con las metas establecidas en el ámbito del saneamiento, como garantizar la calidad del servicio de agua potable para el año 2030. Asimismo, se encarga

de monitorear el progreso y realizar ajustes necesarios en las herramientas correspondientes para alcanzar dichos objetivos (Málaga, 2021).

Además, se encarga de la gestión, administración y la continua actualización del DATASS (“Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural”), que almacena los datos relacionados con la infraestructura y los indicadores de administración de los servicios de saneamiento en las zonas rurales. Este sistema proporciona un registro de información de acceso público destinado a respaldar la toma de decisiones relacionadas con el Sector Saneamiento (Málaga, 2021).

El DATASS dispone de una plataforma en línea que recoge y combina información detallada a niveles específicos, como el centro poblado, el proveedor de servicios y el sistema. Esto facilita la caracterización de los servicios en los centros poblados según el proveedor y la evaluación de la calidad de la gestión del servicio y la condición de la infraestructura de saneamiento. De esta manera, se pueden identificar las deficiencias en cuanto al acceso, la calidad y la sostenibilidad del servicio (DATASS, 2018).

Los gobiernos locales, mediante sus Áreas Técnicas Municipales (ATM), deben mantener actualizada constantemente la información para comprender la situación actual de los servicios en una zona determinada. Esto incluye detalles sobre la entidad comunitaria que proporciona el servicio, los resultados de las evaluaciones de calidad, el funcionamiento de los sistemas de agua, problemas de colapso y otros datos relevantes. Este proceso está siendo implementado gradualmente y tiene como objetivo facilitar la toma de decisiones de intervención por parte de los alcaldes, gobernadores regionales y la entidad operativa a nivel nacional (Málaga, 2021).

Dentro del MVCS, existe una entidad particular encargada de la planificación y ejecución de inversiones en infraestructura de saneamiento en las áreas rurales, denominada el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR). Este programa fue establecido por el Decreto Supremo N° 002-2012-VIVIENDA. El PNSR opera en dos ámbitos de acción distintos: en primer lugar, se ocupa del acceso a través de la implementación de infraestructura para saneamiento; en segundo lugar, se enfoca en la prestación de servicios, que comienza una vez que los activos, después de la inversión, comienzan a proporcionar el servicio, lo cual se relaciona con la sostenibilidad del mismo (Málaga, 2021).

Los sistemas de agua en zonas rurales del Perú, independientemente de que dispongan o no de tratamiento, implica realizar la acción de desinfección del agua, Los usuarios deben beber agua libre de organismos patógenos que puedan infiltrarse en el sistema de abastecimiento y distribución en los sistemas de agua (SUNASS, 2018).

Según datos del Cuestionario Rural 2018, se estima que 9675 de los 25131 sistemas de agua operados por las Juntas Administradores de Servicio de Agua tienen un sistema de cloración, mientras que 9610 no lo tienen. El 31% del grupo (38.5%) que utiliza un sistema de cloración realmente clora, mientras que el 7% no lo hace. Las principales razones por lo que las Juntas Administradores de Servicio de Agua con un sistema de cloración no cloran incluyen la falta de capacitación sobre cómo utilizar el cloro, la falta de financiación y la escasez de cloro disponible constantemente (SUNASS, 2018).

Como parte del desarrollo del Cuestionario Rural 2018, se realizan mediciones de cloro residual en la primera, intermedia y última vivienda de los centros poblados rurales. Según las mediciones realizadas en la última vivienda, el 83% de los centros poblados que son atendidos por una organización comunal, los resultados tenían niveles de cloro residual libre inferiores a 0.5 mg/l. Por lo tanto, se deduce que existe población rural atendida con servicio de agua por las organizaciones comunales, cuya salud está en riesgo por infecciones y enfermedades. Asimismo, se encuentran 7821 organizaciones comunales que disponen de un sistema y realizan la cloración. De estas, El 31% de ellas no controla el cloro residual, mientras que el 68% sí lo hace. Entre las justificaciones para no determinar el cloro residual son el no contar con comparador, no saber hacerlo y no tener reactivos (SUNASS, 2018)

El desafío de asegurar la sostenibilidad y la calidad de los servicios de agua potable requiere una perspectiva global sobre este tema. El Programa Nacional de Saneamiento Rural tiene como objetivo, dentro del Presupuesto por Resultados, asegurar que las personas reciban los bienes y servicios que necesitan, en las mejores condiciones para contribuir a su calidad de vida (Cabrera & Coronel, 2020)

2.2.3 Situación de la cloración de agua rural en región de San Martín.

Conforme al artículo 58 de la Ley N° 27867, que establece la Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales, en conjunto con el artículo 9 de la Ley Marco, los gobiernos regionales tienen la responsabilidad de adaptar las políticas y planes sectoriales a las necesidades específicas de sus respectivas regiones. Esto debe estar en consonancia con los planes de desarrollo de los gobiernos locales, que actúan como un enlace entre las políticas nacionales y los planes locales. Asimismo, se encargan de proporcionar asesoramiento técnico y capacitación en el ámbito del saneamiento. Además, ofrecen apoyo tanto técnico como financiero a los gobiernos locales para la prestación de servicios de saneamiento. También, recopilan e incorporan información relacionada con la infraestructura y los indicadores de gestión de los servicios de saneamiento en las zonas rurales y pequeñas ciudades en el Sistema de Información de Agua y Saneamiento (SIAS)

u otro sistema aprobado por la entidad supervisora. Esto incluye los proyectos financiados con sus propios recursos, y esta información debe actualizarse de manera continua. Estas funciones se realizan en colaboración con los gobiernos locales (Málaga, 2021).

Estas funciones se llevan a cabo a través de las gerencias y direcciones regionales de vivienda. Las gerencias son las encargadas de la formulación de políticas regionales relacionadas con el saneamiento en su jurisdicción, mientras que las direcciones están subordinadas a las gerencias. Es importante destacar que las regulaciones no detallan los perfiles específicos requeridos para ocupar cargos en estas direcciones, con la excepción del cargo de director regional. En este caso, se establece que la persona designada debe ser un profesional cualificado con experiencia en el ámbito sectorial correspondiente, y su selección se realiza a través de un proceso de concurso basado en méritos. La nominación y destitución del director regional es responsabilidad del Presidente Regional, siguiendo la recomendación del Gerente Regional correspondiente (Málaga, 2021).

Según la (DRVCS, 2019), “En la región San Martín se alcanzó el valor de 41.4% en el año 2019 en cuanto al indicador porcentaje de la población que si acceden a agua clorada para consumo humano (cloro residual en muestra de agua de consumo ≥ 0.5 mg/l)”.

Al utilizar el año 2018 como referencia, esto indica que 6838 pobladores más, ahora tienen acceso a agua clorada. La proporción en la región de San Martín ha ido en aumento, como se ve por la cifra alcanzada en el año anterior para la indicación antes mencionada, lo que garantiza que el agua potable que entra en los grifos de los hogares está en condiciones prístinas para el beneficio de la población (DRVCS, 2019).

2.2.4 La cloración como método de desinfección

La desinfección es un proceso muy importante para garantizar la seguridad del agua potable. En todos los sistemas de suministro de agua destinada al consumo humano, se requiere su aplicación de forma obligatoria. Consiste en la eliminación de microorganismos patógenos presentes en el agua antes de que esta sea accesible para los usuarios. Según (GIZ GmbH, 2017), “La desinfección se realiza mediante agentes químicos o físicos y debe dejar un efecto residual en el agua tratada, de manera que se eliminen por completo los posibles riesgos de contaminación bacteriana después del proceso de desinfección”.

Para (Ramírez, 2005), “la cloración es el método más utilizado y conocido en la desinfección de agua potable, oxida de manera fácil al hierro, sulfuros y un poco más limitado al manganeso”. Además, mejora en general la reducción de olor, color y sabor. Proporciona sedimentación en el sistema de abastecimiento, mejora la coagulación y la filtración.

El proceso de desinfección tiene como objetivo la destrucción o inactivación de organismos patógenos capaces de producir enfermedades u otros organismos indeseables; estos organismos pueden sobrevivir en el agua durante varias semanas a temperaturas cercanas a los 21°C y, en algunos casos, durante varios meses a bajas temperaturas. La supervivencia de estos organismos en el agua depende no solo de la temperatura, sino también de otros factores ambientales, fisiológicos y morfológicos, tales como: turbidez, pH, nutrientes, oxígeno, lucha con otros organismos, firmeza a sustancias tóxicas, capacidad de formar esporas (Meyer, 1994).

La cloración es un método común para garantizar agua potable segura. Esto proporciona niveles detectables de cloro residual libre, que es útil para controlar el crecimiento de microorganismos; durante el paso del agua clorada en los sistemas de abastecimiento de agua, desciende la concentración de cloro residual libre, cuya velocidad de reacción depende de las características del agua natural, desde el momento en que se aplica en los puntos de cloración, el cloro reacciona con la materia orgánica e inorgánica presente en la masa líquida, provocando la disminución de su concentración residual con el tiempo (Oliveira *et al.*, 2022).

La relevancia de mantener un residuo de cloro radica en prevenir la potencial contaminación o propagación de microorganismos a lo largo del sistema de distribución.

El cloro demuestra su eficacia en presencia de niveles mínimos de turbidez y sólidos suspendidos totales, ya que, en concentraciones elevadas, estos pueden servir como refugio para los microorganismos, disminuyendo la efectividad del desinfectante al limitar su contacto. Efectivamente, la desinfección alcanza su máxima eficiencia cuando la turbidez del agua está a un nivel mínimo (Vargas, 2021)

Sin embargo, la cloración genera subproductos no deseados cuando se realiza un exceso en su dosis, muchos de los subproductos son potencialmente dañinos y tienen ciertos efectos negativos sobre la salud humana, por ello hay que utilizar la dosis óptima de cloro en la potabilización de agua (Islam *et al.*, 2016). La aparición de estos subproductos depende de varios factores, como la cantidad de desinfectante utilizada, la temperatura, el pH, el tiempo de exposición, la presencia de un coagulante, las condiciones ambientales, las particularidades de la red de distribución, así como la cantidad y tipo de materia orgánica natural (MON) con la que el cloro reacciona. En aguas con un pH alcalino, se favorece la generación de trihalometanos (THM) y se reduce la producción de ácidos haloacéticos (AHA), haloacetamidas y halocetonas, mientras que, en condiciones ácidas, se incrementa la formación de AHA (Vargas, 2021).

2.2.5 La cloración como método de desinfección para el ámbito rural

En el proceso de potabilización de agua para consumo humano en zonas rurales, se pueden identificar las siguientes fases: captación, conducción, almacenamiento, distribución y finalmente, las instalaciones domiciliarias, asegurando la calidad del agua como la cloración, para garantizar su sostenibilidad (Málaga, 2021).

De esta manera, se pueden identificar diversas actividades fundamentales realizadas por varios participantes de acuerdo con las atribuciones establecidas en la Ley Marco y su respectivo reglamento, así como en las regulaciones específicas de cada sector. Estas actividades son necesarias para proporcionar el servicio a los consumidores finales.

Cuando se trata de captación de agua, que puede provenir de fuentes superficiales o subterráneas, las organizaciones comunales trabajan en colaboración con las autoridades municipales locales para llevar a cabo las actividades. Dado que las organizaciones comunales representan a la comunidad, tienen un interés primordial en obtener el servicio y asegurarse de contar con las aprobaciones necesarias para proporcionarlo, incluyendo la debida autorización municipal local (Málaga, 2021).

Después de la obtención del recurso hídrico, es necesario llevar el agua hacia una estructura de almacenamiento. Dependiendo de las características de la fuente de agua, no es muy frecuente contar con plantas de tratamiento en zonas rurales. En esta etapa, las organizaciones comunales se encargan de llevar a cabo las acciones requeridas para gestionar el servicio, que incluyen el almacenamiento y tratamiento del agua (Málaga, 2021).

Así pues, el agua es distribuida a los domicilios, y es fundamental garantizar que su calidad se mantenga conforme a los estándares requeridos para asegurar la sostenibilidad del servicio. En este contexto, la cloración debe generar una concentración de cloro residual igual o superior a 0.5 mg/l, elemento esencial para asegurar que el agua sea segura para el consumo humano (Málaga, 2021).

Es importante señalar que conforme a lo establecido en el artículo 8 del Reglamento de Calidad para la prestación de servicios de saneamiento por parte de organizaciones comunales en áreas rurales, aprobado por la SUNASS a través de la Resolución de Consejo Directivo N° 015-2020-SUNASS-CD, las organizaciones comunales están obligadas a realizar un monitoreo diario de la calidad del agua. Esto implica evaluar los niveles de cloro residual libre y turbidez en dos puntos específicos: en la salida del reservorio y en un punto ubicado en la red de distribución que se encuentre más alejado (Málaga, 2021).

Por último, una tarea de apoyo final implica la obtención de suministros esenciales y equipos necesarios para llevar a cabo la cloración. Esto debe ser llevado a cabo por las autoridades municipales en beneficio de las organizaciones comunales, recibiendo asistencia adicional por parte de los gobiernos regionales y nacionales (Málaga, 2021).

La prestación del servicio de agua potable a nivel municipal, de manera indirecta, se realiza mediante la intermediación de organizaciones comunales. Estas organizaciones comunales son entidades asociativas que surgen dentro de las comunidades y tienen como finalidad proporcionar servicios de saneamiento a uno o varios centros poblados rurales (Málaga, 2021).

Las organizaciones comunales se establecen sin fines de lucro y adoptan diferentes estructuras, como Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), Junta Administradora de Agua Potable (JAAP), Comité de Agua, Asociación de Usuarios, entre otras. “La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) es una asociación encargada de brindar servicios de saneamiento en una zona rural densamente poblada” (Water for people, 2016).

En todos los casos, estas entidades están compuestas por una Asamblea General, un Consejo Directivo y un Fiscal. Por lo tanto, una vez que se completa la construcción de la infraestructura del sistema de agua potable, es necesario crear una organización comunal encargada de su gestión. Para ello, se deben cumplir con la elaboración de estatutos de acuerdo a las regulaciones sectoriales, mantener un libro de actas, un registro de asociados, libros de contabilidad, un inventario y un registro de cloración, además de recaudar cuotas familiares para garantizar la sostenibilidad del servicio (Málaga, 2021).

Para (Málaga, 2021), “Una organización comunal está conformada por los residentes de la comunidad que han sido autorizados y registrados por el gobierno municipal, y se dedican de manera conjunta a proporcionar los servicios de saneamiento y una de estas es realizar la cloración del agua”.

Según (GIZ GmbH, 2017), “el cloro se puede utilizar como desinfectante en forma gaseosa, en forma sólida como hipoclorito de calcio y en forma líquida como hipoclorito de sodio. En todas sus formas del cloro, su capacidad desinfectante es similar”. No obstante, en zonas rurales y lugares escasamente pobladas, la elección dependerá de la complejidad del manejo. Por ejemplo, la cloración mediante cloro gaseoso presenta mayores dificultades y requiere de equipos más especializados, personal capacitado y condiciones de almacenamiento específicas.

El hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio tienen concentraciones de cloro más bajas y son más estables en comparación con el cloro gaseoso. Esto los hace relativamente más fáciles de manejar, lo que los hace más adecuados para su uso en diversas situaciones por el personal de las JASS en zonas rurales (GIZ GmbH, 2017).

La cloración es una técnica de desinfección muy eficaz y es adecuado para zonas rurales, sin embargo, la aplicación o el manejo inadecuados también pueden generar riesgos para la salud. En este sentido, es importante conocer y tener en cuenta otros factores que afectan a la eficacia de la cloración y contribuyen a reducir las amenazas que el cloro supone para la salud humana (GIZ GmbH, 2017).

Al realizar la desinfección de agua con cloro, para (DIGESA, 2011), “las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, no deberán contener menos de 0.5 mg/l de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0.3 mg/l y la turbiedad deberá ser menor de 5 Unidad nefelométrica de turbiedad (UNT)”.

El sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente es una tecnología nueva y novedosa pues planea ser de fácil instalación y operación, se sugiere para los sistemas de agua potable por gravedad, ya que permite el suministro continuo de cantidades mínimas de solución de cloro a los flujos de agua que entran en el reservorio (COSUDE, 2018).

Según (COSUDE, 2018), la tecnología hipoclorador de goteo de carga constante de doble recipiente ha sido aprobada por el Proyecto SABA Plus en Perú y actualmente se está aplicando en sistemas de suministro de agua potable en zonas rurales. Esta alternativa tecnológica está respaldada por las directrices del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, según lo establecido en la Resolución Ministerial N° 173-2016-VIVIENDA.

El objetivo de este sistema es un goteo constante, este goteo va a ser calculado en función del caudal que ingresa y de la cantidad de cloro que arroja el monitoreo de cloro residual.

2.2.6 Control de nivel estático en reservorios de agua potable

En las zonas rurales, el cumplimiento de la desinfección del agua se logra mediante la implementación de tecnologías de cloración, pero es importante evitar la pérdida de agua tratada con cloro, especialmente durante la noche o en momentos de bajo consumo cuando en el reservorio se produce rebose, ya que el cloro se suministra en el reservorio en la cantidad requerida para asegurar el cloro residual libre estipulado de acuerdo con la normativa. La cloración se efectúa luego de conocer las propiedades del agua y los análisis

indican que el agua debe ser tratada con cloro para asegurar la distribución por las tuberías (SABA plus, 2018).

En las zonas rurales se han implementado diversas soluciones tecnológicas para la cloración del agua. Antes de la introducción del sistema de control de nivel estático, se producía una pérdida de agua tratada con cloro durante las noches o en períodos de menor demanda en la distribución, lo que ocasionaba mayores costos para los usuarios o, en algunos casos, llevaba a que el operador de la organización comunal dejara de suministrar cloro, poniendo en riesgo la salud de la población (SABA plus, 2018).

Con el fin de prevenir la pérdida de agua tratada con cloro, se coloca un dispositivo de control en el interior del reservorio mediante tuberías de PVC. Este mecanismo se denomina control o nivel estático. El llenado del reservorio es necesario para que este mecanismo funcione. En otras palabras, el flujo de agua procedente de la captación se interrumpe cuando el reservorio alcanza la cantidad máxima de agua clorada, entonces el agua fluye a través de la tubería conectada al cono de rebose (SABA plus, 2018).

2.2.6.1 Principio técnico

Según (SABA plus, 2018), establece que: “el nivel estático es un sistema compuesto por una serie de componentes instalados dentro de los reservorios de agua potable, los cuales operan mediante el principio de vasos comunicantes y control de presión”. Su objetivo es prevenir la pérdida de agua tratada en el reservorio. Este sistema de control, conocido como nivel estático, se instala con dicho propósito.

Este dispositivo permite que el agua proveniente de la fuente de captación deje de entrar al reservorio una vez que está lleno, en su lugar, el agua no tratada fluye a través del cono de rebosamiento, asegurando así que el agua tratada se mantenga sin mezclarse.

El principio de operatividad de esta tecnología se basa en el concepto de vasos comunicantes, es decir, cuando el agua ingresa al reservorio, se va clorando y almacenando. Cuando la superficie del agua alcanza el punto cercano al rebose, se restringe la entrada de agua a través del tubo correspondiente, permitiendo que el agua fluya con menor resistencia a través del tubo que conecta la entrada con el cono de rebosamiento. Además, se asegura de que la superficie del agua clorada esté por debajo del cono de rebosamiento y del tubo de salida de agua no tratada. Estos casos ocurren cuando la presión de entrada al reservorio supera los 10 metros de columna de agua (mca), y cuando la presión de entrada al reservorio es alta, el agua fluye rápidamente a través del nivel estático y el cono de rebosamiento simultáneamente, deteniendo el llenado del reservorio. Para evitar esto, se instala una conexión en forma de "Tee" de PVC antes del

codo de 90° que se conecta al cono de rebosamiento o se realizan perforaciones (SABA plus, 2018).

Al tener una buena presión de entrada, se aprovecha para causar movimiento óptimo de flujo y obtener una mezcla más efectiva de las dosis de cloro. Para mejorar el movimiento rotacional, se instala un codo de 90 grados al final del tubo de entrada. En el caso de la instalación del control de nivel estático en hipocloradores por goteo de carga constante con doble recipiente, la conexión en forma de "Tee" se posiciona en el interior del reservorio a media altura del volumen útil para obtener mejor rotación del ingreso de agua (SABA plus, 2018).

- Las ventajas del funcionamiento del nivel estático son los siguientes:
- Evita el desperdicio de agua clorada, especialmente por la noche, cuando se reduce el consumo.
- Reduce el gasto del insumo de cloro.
- Muy fácil de instalar.
- Es compatible con diversas tecnologías de cloración, independientemente de su tipo.

2.2.7 Aprovechamiento de agua cruda para el lavado de “café”.

2.2.7.1 Descripción del “café”

La planta de “café” pertenece a la familia Rubiaceae y al género Coffea. En el mercado mundial, solo se comercializan dos especies: Coffea arábica, que representa el 75% de la producción global, y Coffea canephora, que abarca el 25% restante (López, 2013).

Según López (2013), “el sistema de raíces de la planta de café varía según la genética de la planta y las condiciones ambientales. En general, entre el 90% y el 98% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, mientras que el resto se extiende hasta los 40 cm”.

El tallo principal de la planta de “café” crece de forma recta e indefinida, generando tres tipos de yemas: las que dan origen al tallo central (llamado eje ortotrópico), las que producen ramas laterales (llamado eje plagiotrópico) y las que dan lugar a las hojas. Los brotes de las ramas se distribuyen alternativamente a lo largo del tallo, y entre ellos se encuentran los nudos. Las hojas son opuestas, tienen forma elíptica y se alargan en los extremos. Los botones florales aparecen en gran cantidad en las axilas de las hojas y las flores son de color blanco y hermafroditas. El fruto del cafeto tiene forma ovalada y está compuesto por la pulpa, el mucílago, el pergamino, la película plateada y la semilla (López, 2013).

2.2.7.2 Disponibilidad de agua para el lavado del “café”

La actividad relacionada con el cultivo de “café” implica un componente esencial en el proceso industrial conocido como prebeneficiado. Este proceso requiere una gran cantidad de agua, por lo tanto, los beneficios de la industria cafetalera tienden a ubicarse en áreas cercanas de grandes fuentes de agua (López, 2017).

La disponibilidad de agua en la producción de volúmenes de “café” para el lavado es alta, tiene que manifestar un caudal de oferta que cubra la cantidad de agua necesaria y específica requerida para el lavado del “café”, utilizando el sistema convencional de canales de correteo (López, 2017).

El proceso de lavado tiene como objetivo eliminar la mucosidad residual de la fermentación que aún está adherida al pergamino. Después de pelar la piel del fruto del “café”, se realiza el proceso de lavado (Kustiari *et al.*, 2019). Según (Muñoz, 2022), “el lavado manual consiste en extraer la miel que está adherida al pergamino en baba, para ello se hace uso del agua. En el primer enjuague se sugiere retirar los granos que flotan para obtener un café de mejor calidad”.

2.2.7.3 Determinación de constantes físicas y factores de conversión

Para (López, 2017), las constantes físicas descubiertas a partir de muestreos y pruebas estadísticas realizadas en distintos estados del “café” de la especie *C. arabica*, variedad típica o criollo, en las circunstancias locales de clima y altitud, pueden presentar variaciones más o menos significativas en comparación con otras áreas cafetaleras.

Tabla 1

Relación de las constantes físicas del “café”

1	1 metro cúbico (m ³) de café guinda (cg) tiene un peso de 654 kg.
2	1 metro cúbico (m ³) de café recién pelado (cp) tiene un peso de 872 kg.
3	1 metro cúbico (m ³) de sultana fresca sin mojar (sf) tiene un peso de 240 kg.
4	1 metro cúbico (m ³) de café lavado (cl) pesa 668 kg.
5	1 metro cúbico (m ³) de café mote (cm) pesa 534 kg.
6	1 metro cúbico (m ³) de café pergamino seco (cps) pesa 422 kg.
7	1 metro cúbico (m ³) de café oro (co) pesa 720 kg.
8	1000 kg de café guinda (cg) producen 450 kg de sultana fresca (sf), 550 kg de café baba (cb), y 200 kg de café pergamino seco (cps).
9	1000 kg de café lavado (cl) generan 769 kg de café mote (cm).
10	1000 kg de café lavado (cl) se traducen en 491 kg de café pergamino seco (cps).
11	La relación entre café guinda (cg) y café pergamino seco (cps) es de 5 a 1, lo que equivale al 20% del peso de cg.
12	La merma durante la trilla del café pergamino seco (cps) es del 17,5%.
13	El café sultana fresca (sf) representa el 45% del peso del café guinda (cg).
14	Un grano de café pergamino seco (cps) pesa 0,20 gramos.

- 15 Un grano de café guinda (cg) pesa 1,82 gramos.
 - 16 Un grano de café oro (co) pesa 0,17 gramos.
 - 17 Una lata de dimensiones 25x25x37 cm produce 15 kg de café guinda (cg). Cuatro latas de estas proporcionan 12 kg de café pergamino seco (cps).
Un tanque de fermentación de 1 metro cúbico tiene la capacidad de procesar 872
 - 18 kg de café baba (cb), que proviene de 1.586 kg de café guinda (cg) en 106 latas, y al final resulta en 317 kg de café pergamino seco (cps).
 - 19 1 metro cúbico (m3) de café guinda (cg) tiene un peso de 654 kg.
-

Fuente: AGROTAKESI S.A. (2013).

Para el (Centro Nacional de Investigaciones del Café, 1995), las constantes físicas del “café” son las proporciones existentes entre peso y volumen, contenido de humedad y otros factores, teniendo en cuenta los diversos estados en que puede transformarse. Estas relaciones son muy importantes para facilitar las operaciones comerciales y calcular la capacidad de los beneficiaderos, así como determinar las dimensiones adecuadas de las distintas herramientas y maquinaria utilizadas en el preprocesamiento del café.

Además, según el (Centro Nacional de Investigaciones del Café, 1995), los factores de conversión simplifican los cálculos requeridos para evaluar la capacidad y las dimensiones de los diversos equipos utilizados en las instalaciones de procesamiento y la cantidad de agua necesaria para el proceso completo de beneficiado del café. Además, se advierte que las constantes físicas, como los factores de conversión, no proporcionan valores precisos, y los resultados obtenidos a través de su uso son estimados.

2.2.7.4 Calidad del agua para lavado de “café”

El “café” fermentado en el momento del lavado se somete a un proceso de eliminación de los residuos de mucílago y de las sustancias resultantes en el curso de la fermentación, para obtener un pergamino rasposo con la ausencia de mucílago en la fisura del “café”. Este sistema se distingue por requerir una gran cantidad de agua (López, 2013).

Además; (López, 2013), señala que se debe usar agua limpia para lavar el “café” y no se debe usar agua reciclada tanto como sea posible. Las repercusiones de un lavado deficiente se reflejan en un “café” con aroma a fermentación y un sabor reminiscente a vinagre, pergamino manchado, “café” de calidad ordinaria.

Según Agrobanco (2013), El lavado del “café” es el proceso de separar la capa de mucosidad en descomposición y limpiar el pergamino; un buen lavado asegura la calidad del producto. Cuando el “café” está correctamente fermentado, debe proseguir a lavarse, de lo contrario la calidad se verá afectada. Si no es posible enjuagar el “café”

inmediatamente en su totalidad, se recomienda realizar la primera lavada y dejar el “café” en agua limpia.

(C. López, 2013), indica que en el proceso de preparación del “café” es necesario contar con una cantidad adecuada de agua limpia para lavar el “café” en bateas de madera en cantidades menores. Si el lavado no se realiza correctamente, puede dar como resultado una pérdida de peso y una baja calidad del “café”, evidenciada por manchas en el pergamino y olores desagradables.

2.2.7.5 Gasto de agua en lavado convencional de “café”

Según, López (2017), la cantidad de agua utilizada en el sistema de canalización convencional se determinó empleando las constantes físicas y los factores de conversión específicos de la región, lo que dio como resultado una relación de 5 kg de café verde por cada kg de café pergamino seco (cps). Bajo este sistema, el consumo promedio de agua fue de aproximadamente 6.8 ± 0.15 litros por cada kg de café verde (cg), equivalente a 33.8 ± 0.74 litros por cada kg de café pergamino seco (cps). Esto permitió obtener granos de café lavados de alta calidad, adecuados para su exportación.

El período de lavado, que varía según la cantidad de café fermentado, oscila entre 0,30 y 1,35 horas, con una media de aproximadamente $0,75 \pm 0,10$ horas, y este proceso es llevado a cabo por un operario capacitado. Cuando las cantidades de café son reducidas, una sola persona se encarga del lavado, mientras que cuando los volúmenes son mayores, de dos a tres personas se encargan de esta tarea (López, 2017)

De acuerdo con (López (2013), en el lavado convencional de “café”, los subproductos se eliminan después del despulpado, utilizando una gran cantidad de agua para el lavado, unos 40 a 60 L/kg de café pergamino seco (cps), una gran cantidad de agua se distribuye de la siguiente manera: 12,5% en separación de la pulpa, 37,5% en lavado y transporte de granos, 50% en transporte de pulpa.

En el procesamiento tradicional del “café” húmedo, es necesario el uso de grandes cantidades de agua. La falta de reutilización y la alta contaminación ambiental son dos de los principales aspectos que limitan la transformación del “café”, ya que generan un impacto significativo en el proceso y en el medio ambiente (C. López, 2013).

2.2.7.6 Gasto de agua en lavado ecológico del “café”

Según López (2013), la tecnología de lavado ecológico tiene una ventaja ambiental para el “café”, porque simplifica el uso de agua en el proceso de lavado y mejora el aprovechamiento de subproductos como la pulpa y el mucilago. El uso eficiente del agua

reduce los gastos hasta 5 L/kg cps, con separación por gravedad de la pulpa y el transporte sin utilizar agua, lo que simplifica el uso de agua en el proceso de lavado del “café”.

Tal y como expone (C. López, 2017), la adopción del método ecológico de lavado para el café se presenta como una opción para mejorar la eficiencia en el uso del agua durante la fase de lavado, lo que resulta en un ahorro del 84% en comparación con el sistema tradicional. Al disminuir el consumo de agua, se generan efluentes residuales con una mayor concentración de materia orgánica, lo que requiere tomar medidas apropiadas para convertir este problema en una oportunidad beneficiosa, logrando un pre-beneficio con un enfoque ambientalmente responsable.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

El proyecto está ubicado en el Centro Poblado Santa Rosa, perteneciente al distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín.

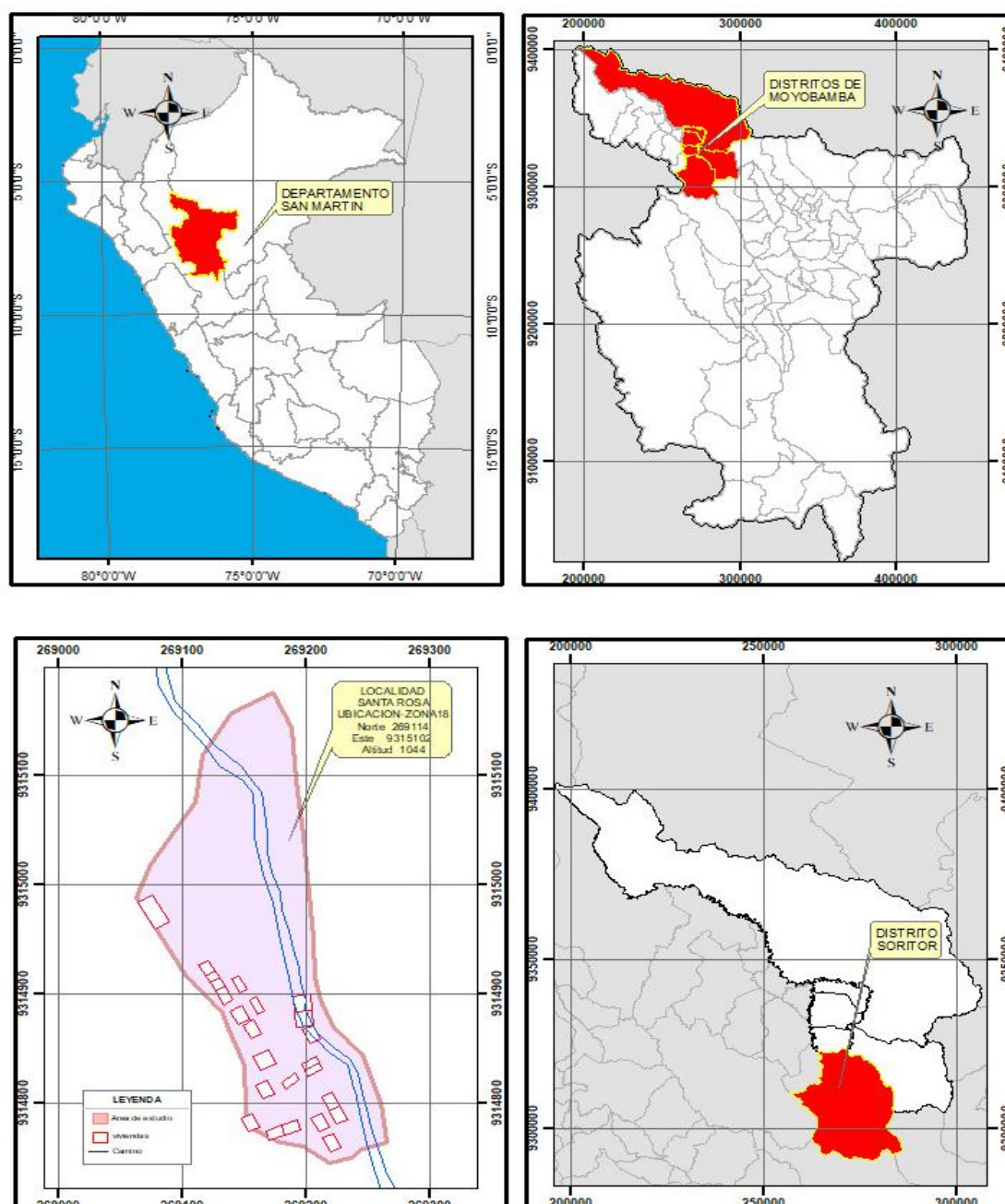


Figura 1

Ubicación del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Periodo de ejecución

La investigación se llevó a cabo desde el 14 – 11 – 2022 al 14-04-2023.

3.1.3. Aplicación de principios éticos internacionales

Se declara que durante la ejecución de este proyecto se aplicó los principios éticos de una conducta responsable en la investigación.

3.2. Sistema de variables

- ✓ Variable Independiente: Implementación de nivel estático
- ✓ Variable Dependiente: Ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda para lavado de “café”.

3.3. Procedimientos de la investigación

Para detallar el procedimiento de investigación, es muy importante entender la organización del procedimiento de cloración llevado a cabo en el reservorio del sistema de agua potable Santa Rosa, el cual se considera:

El reservorio del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Santa Rosa recibe tratamiento mediante un sistema de cloración por goteo de carga constante con doble recipiente, utilizando hipoclorito de calcio al 70%. Este sistema abastece a 32 familias aproximadamente. Durante el periodo de recarga de hipoclorito cálcico al 70% transcurren siete días. Se realiza una recarga semanal de 1.160 gramos de hipoclorito de calcio en el tanque dosificador de cloro de 600 litros. Para el proceso de desinfección, se estima que se requieren aproximadamente 60 mililitros por minuto. En el distrito de Soritor, el precio por kilogramo de hipoclorito de calcio al 70% es de veinticuatro nuevos soles. La responsabilidad del proceso de tratamiento de agua en el sistema de agua potable Santa Rosa recae en el operador elegido por la JASS. Durante el período evaluado, el caudal de aforo en la captación es de 1.1 l/s, mientras que en la tubería de entrada al reservorio es de 0.9 l/s.

3.3.1 Procedimiento del objetivo específico 1

Instalar el dispositivo de nivel estático en el sistema de potabilización de agua en el caserío de Santa Rosa distrito de Soritor

Como parte del proceso de potabilización del agua para garantizar su calidad para el consumo humano en el sistema de agua potable de Santa Rosa cuenta con un reservorio de 15 m³ como muestra la (figura 02), se realiza la desinfección del agua en el reservorio

a través de un sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente, donde se suministra una solución madre de hipoclorito de calcio al 70%, más no cuenta con el mecanismo de nivel estático.

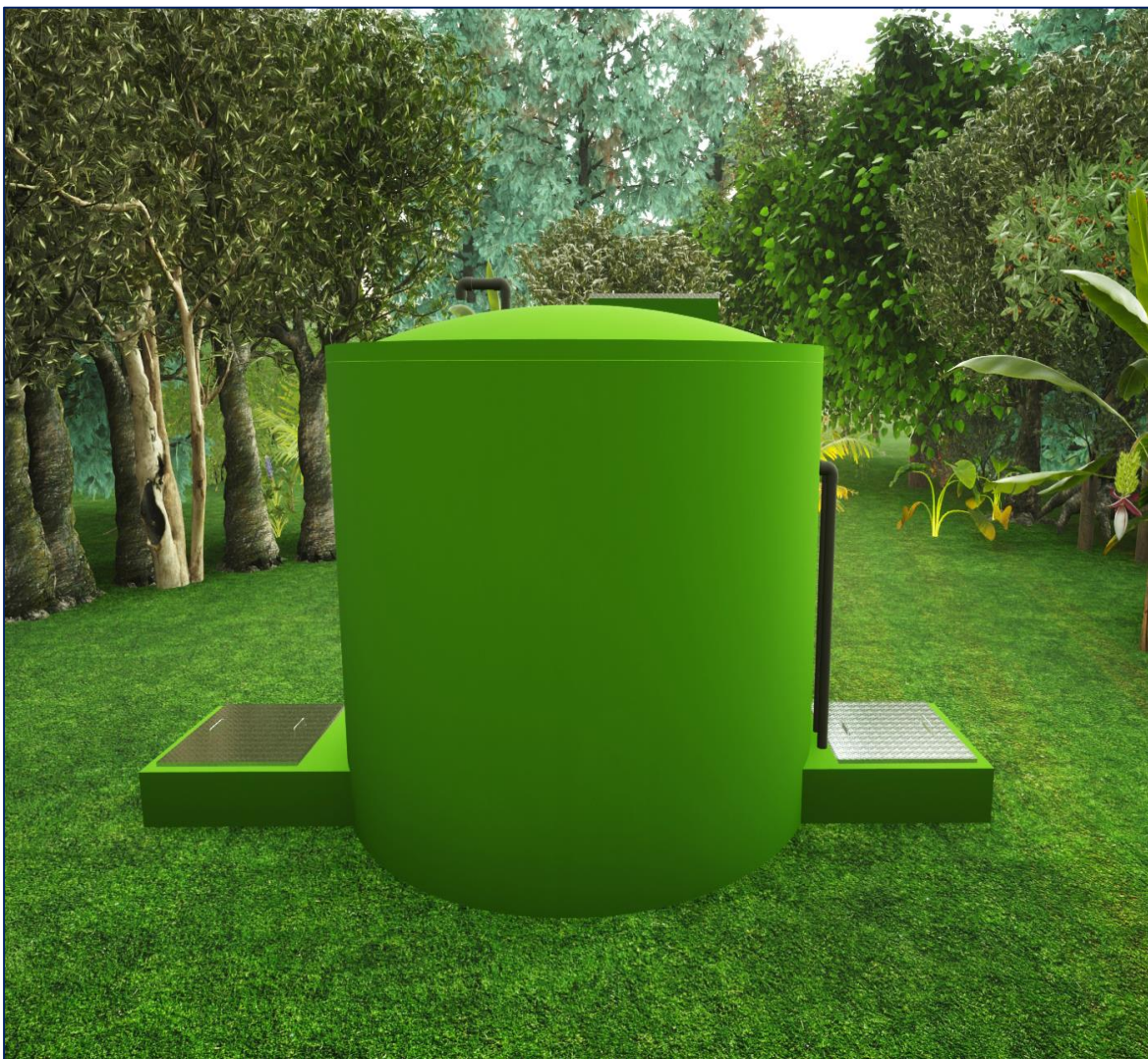


Figura 2

Almacenamiento de agua potable de 15 m³

Fuente: Elaboración propia.

El reservorio del sistema de agua potable Santa Rosa carece del dispositivo de nivel estático, lo que provoca que el flujo de agua clorada se dirija directamente al rebose, resultando en un desperdicio de agua tratada. La función del dispositivo de nivel estático es evitar el contacto entre el agua cruda captada y el agua clorada en el reservorio cuando este alcanza su capacidad máxima según el nivel estático. Por lo tanto, se procederá a la instalación de este dispositivo siguiendo las instrucciones establecidas en el “compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural”.

Procedimiento para instalar el nivel estático:

1° Se implementó un codo de 90 grados con un diámetro equivalente al de la tubería de entrada (2 pulgadas) en la parte final del tubo de ingreso al reservorio. Esto se hizo con el objetivo de generar un flujo rotacional y mejorar la mezcla en la dosificación de cloro en el interior del reservorio

2° Se colocó una tee de 2" a mitad de la altura del volumen útil del reservorio.

3° Se dirigió la tubería de ingreso a empotrarla en la tubería de rebose utilizando un codo de 90° x 2" a la misma altura del volumen útil del reservorio como muestra la (figura 03).



Figura 3
Accesorios del nivel estático

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Procedimiento del objetivo específico 2

Determinar el costo económico del ahorro del cloro comparando las cantidades usadas antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático

Medición del caudal de agua a clorar

El caudal disponible en la fuente de captación del sistema de agua del centro poblado de Santa Rosa varía de acuerdo con la presencia de lluvias y por ello se debe regular a fin de evitar variaciones de dosificación durante el año.

Se determinó el caudal en (l/s) de la tubería de ingreso al reservorio, utilizando un balde graduado de 20 litros, se realizó cinco mediciones para calcular el tiempo promedio en segundos, y se procedió a medir el caudal de acuerdo al manual de instalación, operación y mantenimiento de hipoclorador de goteo de carga constante de doble recipiente.

Tabla 2

Medición del caudal de agua a clorar

Cálculo del tiempo promedio		Caudal (l/s)
Tiempo de llenado del balde	ti (segundos)	$Q = \frac{V}{t}$
t1	21	Q = Caudal en (l/s) V = Volumen del balde en litros (20L) t = tiempo promedio (s)
t2	23	
t3	22	
t4	21	
t5	22	
tiempo promedio	22	0.9

La tabla 2 muestra que el caudal promedio de ingreso al reservorio es de 0.9 l/s. Es importante mencionar que se debe medir de manera permanente el caudal de ingreso al reservorio con el fin de realizar los correspondientes ajustes en la cantidad de hipoclorito de calcio a utilizar, logrando una dosificación adecuada.

Cálculo de la cantidad de cloro con nivel estático

Para realizar este cálculo se cuantificó las horas diarias promedio del funcionamiento del nivel estático durante siete días, en este tiempo el sistema deja de clorar porque el reservorio alcanza su máxima capacidad de volumen de agua, existiendo rebose de agua cruda que viene directo de la línea de conducción del sistema de agua por la operatividad de la tecnología del nivel estático.

Tabla 4

Medición del tiempo de rebose de agua

Días	tiempo de rebose (h)
Lunes	7.64
Martes	7.23
Miércoles	6.92
Jueves	8.21
Viernes	7.65
Sábado	6.82
Domingo	5.94
tiempo promedio	7.20

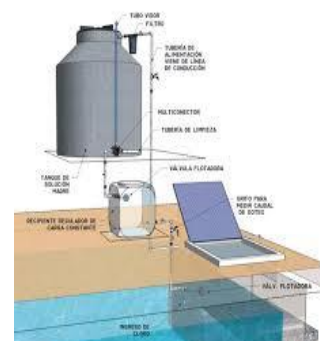
La tabla 4 indica el tiempo promedio 7.20 horas diarias de rebose de agua cruda en el reservorio del sistema de agua, durante este tiempo el sistema de cloración deja de clorar por la operatividad del mecanismo del nivel estático. Por lo tanto, el sistema de cloración funcionará durante 16.8 horas diarias promedio.

Para cuantificar la cantidad de cloro a utilizar con nivel estático se realizó el cálculo en peso de hipoclorito de calcio tomando como referencia las 16.8 horas diarias, los 0.9 (l/s) de caudal de ingreso al reservorio, la concentración aplicada y el porcentaje de cloro a utilizar. Primero se realizó el cálculo de la cantidad de cloro necesaria para un día, luego se determinó la cantidad mínima de agua requerida para preparar la solución madre y finalmente se realizó el cálculo del caudal de goteo en ml/min o la dosificación de la solución madre en función de los días necesarios para recargar el sistema de agua potable, tal como se presenta en la tabla 5.

Tabla 5

Cálculo de la cantidad de cloro a utilizar con nivel estático

SABA	$P_{Cl}(gr) =$	$V(lts) * C_c(mg/lts)$ $10 * \%Cl$	Verificación del C_c	$C_c = P_{Cl} * 10 * \%Cl / V_{tanq}$ $C_c \leq 5,000 \text{ mg/lts}$
$Q \text{ (lts/s)}$	0.9		C_c (mg/lts) =	1360.80 OK
$C_c \text{ (mg/l)}$	1.5			
$\% Cl$	70			
$Tr \text{ (días)} =$	10	→	Peso Para T(días) de Recarga	
			$P_{Cl}(gr) =$	1,166.40 gr
En un día				1.17 Kg
$V \text{ (lts)}$	54,432.00	lts x día m ³ x día	DILUCIÓN	↓
	54.43		$V_{H_2O} =$	163.30 lts
			$V_{tanq} =$	600 lts
$P_{Cl}(Kg) =$	116.64	gr x día		
			Caudal de Goteo	
			$q \text{ goteo} =$	59.52 ml/min
				3.57 lts/h



La tabla 5 indica la cantidad de hipoclorito de calcio 116.64 gramos que se requiere para clorar durante un día en un aproximado de 16.8 horas diarias utilizando el mecanismo de nivel estático, el tiempo de recarga para consumir los 1166.40 gramos es de 10 días, la solución madre se preparó en un tanque de 600 litros de agua el cual es eficiente para diluir la cantidad de cloro calculada; finalmente se realizó la cuantificación del caudal de goteo de la solución madre para el sistema de agua potable que resultó 60 ml/min.

Registro de cloración de agua de consumo humano

Para medir las muestras de agua clorada se utilizó el colorímetro portátil DR900 con reactivos DPD para muestras de 10 ml. Para el registro se utilizó el formato de reporte de control de cloro residual actualizado (ver anexo N°9).

Tabla 6

Registro de control de cloro residual para consumo humano

Localidad: Santa Rosa		Distrito: Soritor		Provincia: Moyobamba		Departamento: San Martín			Observaciones	
Administrador del sistema de abastecimiento de agua: JASS Santa Rosa										
Tipo de sistema de abastecimiento de agua: Gravedad sin tratamiento										
Día	Fecha	Recarga (solución madre)		cloro residual (mg/l)						
		cloro (gramos)	Agua (litros)	Reservorio	Rebose	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda		
Sábado	14/01/2023	1166	600						Recarga de solución	
Domingo	15/01/2023								Goteo constante	
Lunes	16/01/2023								Goteo constante	
Martes	17/01/2023								Goteo constante	
Miércoles	18/01/2023								Goteo constante	
Jueves	19/01/2023			1.25	0.00	0.82	0.75	0.53	Goteo constante	
Viernes	20/01/2023								Goteo constante	
Sábado	21/01/2023								Goteo constante	
Domingo	22/01/2023								Goteo constante	
Lunes	23/01/2023								Goteo constante	
Martes	24/01/2023	1166	600						Recarga de solución	
Miércoles	25/01/2023								Goteo constante	

Jueves	26/01/2023							Goteo constante	
Viernes	27/01/2023							Goteo constante	
Sábado	28/01/2023							Goteo constante	
Domingo	29/01/2023			1.15	0.00	0.76	0.60	0.51	Goteo constante
Lunes	30/01/2023								Goteo constante
Martes	31/01/2023								Goteo constante
Miércoles	1/02/2023								Goteo constante
Jueves	2/02/2023								Goteo constante
Viernes	3/02/2023	1166	600						Recarga de solución
Sábado	4/02/2023								Goteo constante
Domingo	5/02/2023								Goteo constante
Lunes	6/02/2023								Goteo constante
Martes	7/02/2023								Goteo constante
Miércoles	8/02/2023			1.04	0.00	0.77	0.62	0.55	Goteo constante
Jueves	9/02/2023								Goteo constante
Viernes	10/02/2023								Goteo constante
Sábado	11/02/2023								Goteo constante
Domingo	12/02/2023								Goteo constante
Lunes	13/02/2023	1166	600						Recarga de solución
Martes	14/02/2023								Goteo constante
Miércoles	15/02/2023								Goteo constante
Jueves	16/02/2023								Goteo constante
Viernes	17/02/2023								Goteo constante
Sábado	18/02/2023			1.24	0.00	0.88	0.71	0.65	Goteo constante
Domingo	19/02/2023								Goteo constante
Lunes	20/02/2023								Goteo constante
Martes	21/02/2023								Goteo constante
Miércoles	22/02/2023								Goteo constante

Jueves	23/02/2023	1166	600						Recarga de solución
Viernes	24/02/2023								Goteo constante
Sábado	25/02/2023								Goteo constante
Domingo	26/02/2023								Goteo constante
Lunes	27/02/2023								Goteo constante
Martes	28/02/2023			1.14	0.00	0.79	0.66	0.52	Goteo constante
Miércoles	1/03/2023								Goteo constante
Jueves	2/03/2023								Goteo constante
Viernes	3/03/2023								Goteo constante
Sábado	4/03/2023								Goteo constante
Domingo	5/03/2023	1166	600						Recarga de solución
Lunes	6/03/2023								Goteo constante
Martes	7/03/2023								Goteo constante
Miércoles	8/03/2023								Goteo constante
Jueves	9/03/2023								Goteo constante
Viernes	10/03/2023			1.26	0.00	0.81	0.64	0.53	Goteo constante
Sábado	11/03/2023								Goteo constante
Domingo	12/03/2023								Goteo constante
Lunes	13/03/2023								Goteo constante
Martes	14/03/2023								Goteo constante
Miércoles	15/03/2023	1166	600						Recarga de solución
Jueves	16/03/2023								Goteo constante
Viernes	17/03/2023								Goteo constante
Sábado	18/03/2023								Goteo constante
Domingo	19/03/2023								Goteo constante
Lunes	20/03/2023			1.13	0.00	0.74	0.65	0.50	Goteo constante
Martes	21/03/2023								Goteo constante
Miércoles	22/03/2023								Goteo constante
Jueves	23/03/2023								Goteo constante
Viernes	24/03/2023								Goteo constante

Sábado	25/03/2023	1166	600						Recarga de solución
Domingo	26/03/2023								Goteo constante
Lunes	27/03/2023								Goteo constante
Martes	28/03/2023								Goteo constante
Miércoles	29/03/2023								Goteo constante
Jueves	30/03/2023			1.26	0.00	0.88	0.71	0.60	Goteo constante
Viernes	31/03/2023								Goteo constante
Sábado	1/04/2023								Goteo constante
Domingo	2/04/2023								Goteo constante
Lunes	3/04/2023								Goteo constante
Martes	4/04/2023	1166	600						Recarga de solución
Miércoles	5/04/2023								Goteo constante
Jueves	6/04/2023								Goteo constante
Viernes	7/04/2023								Goteo constante
Sábado	8/04/2023								Goteo constante
Domingo	9/04/2023			1.17	0.00	0.77	0.69	0.54	Goteo constante
Lunes	10/04/2023								Goteo constante
Martes	11/04/2023								Goteo constante
Miércoles	12/04/2023								Goteo constante
Jueves	13/04/2023								Goteo constante
Viernes	14/04/2023								Goteo constante
Total		10494	gramos						

La información presentada en la tabla 6 revela que el tiempo de recarga de la solución madre es cada diez días debido a la presencia del mecanismo de nivel estático. Esto implica que esta tecnología permite ahorrar tres días adicionales de cloración en cada recarga, ya que se evita el desperdicio de agua clorada por la tubería de rebose en el reservorio. La tabla también muestra el registro de control del cloro residual en cuatro puntos: el reservorio, la primera vivienda, la vivienda intermedia y la última vivienda. Los resultados de las muestras se encuentran dentro de los límites aceptables de cloro residual para el consumo humano. Además, los resultados indican que no se produce pérdida de cloro en el agua de desbordamiento al utilizar la tecnología del nivel estático.

Análisis comparativo las cantidades usadas antes y después de la instalación del nivel estático

Se realizó una comparación de las cantidades usadas antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático utilizando Microsoft Excel. Además, se realizó un análisis para determinar el ahorro económico al considerar el precio unitario del insumo de cloro, y así calcular la variación en los costos al utilizar esta tecnología.

3.3.3 Procedimiento del objetivo específico 3

Dirigir el agua cruda excedente con fin del aprovechamiento para el lavado de “café”

Evidenciando que el agua cruda conectada al cono de rebose se desperdicia, se realizó el cálculo del caudal de rebose en (l/h) de sobrante de agua cruda. Además, se calculó el volumen en (m³/día) aproximado.

Tabla 7

Medición del volumen de agua sobrante diario

Cálculo del tiempo promedio		Caudal (l/h)	volumen diario (m³/día)
Tiempo de llenado del balde	t _i (segundos)	$Q = \frac{V}{t}$	
t ₁	33	Q = Caudal en (l/h) V = Volumen del balde en litros (20L) t = tiempo promedio (h)	7.2 horas diarias
t ₂	31		
t ₃	30		
t ₄	34		
t ₅	35		
tiempo promedio	33	2182	15.71

La tabla 7 indica que se desperdicia un aproximado de 2182 (l/h), en 7.2 horas diarias equivale a un volumen de 15.71 (m³/día) de sobrante de agua cruda.

Por tal motivo, se dirigió una parte de este sobrante a un tanque de polietileno de 1100 litros, la cual está destinada para la actividad del lavado de “café”, habiendo pobladores que tienen sus cultivos agrícolas cercanos al sistema de agua. Además, se realizó el cálculo del consumo de agua utilizando el sistema convencional de canal de correteo para mostrar la cantidad de agua aprovechada.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Instalación del dispositivo de nivel estático

Se logró la correcta instalación del mecanismo de nivel estático en el reservorio de 15m³ del sistema de agua, acorde al manual establecido en el compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural (ver figura 4).

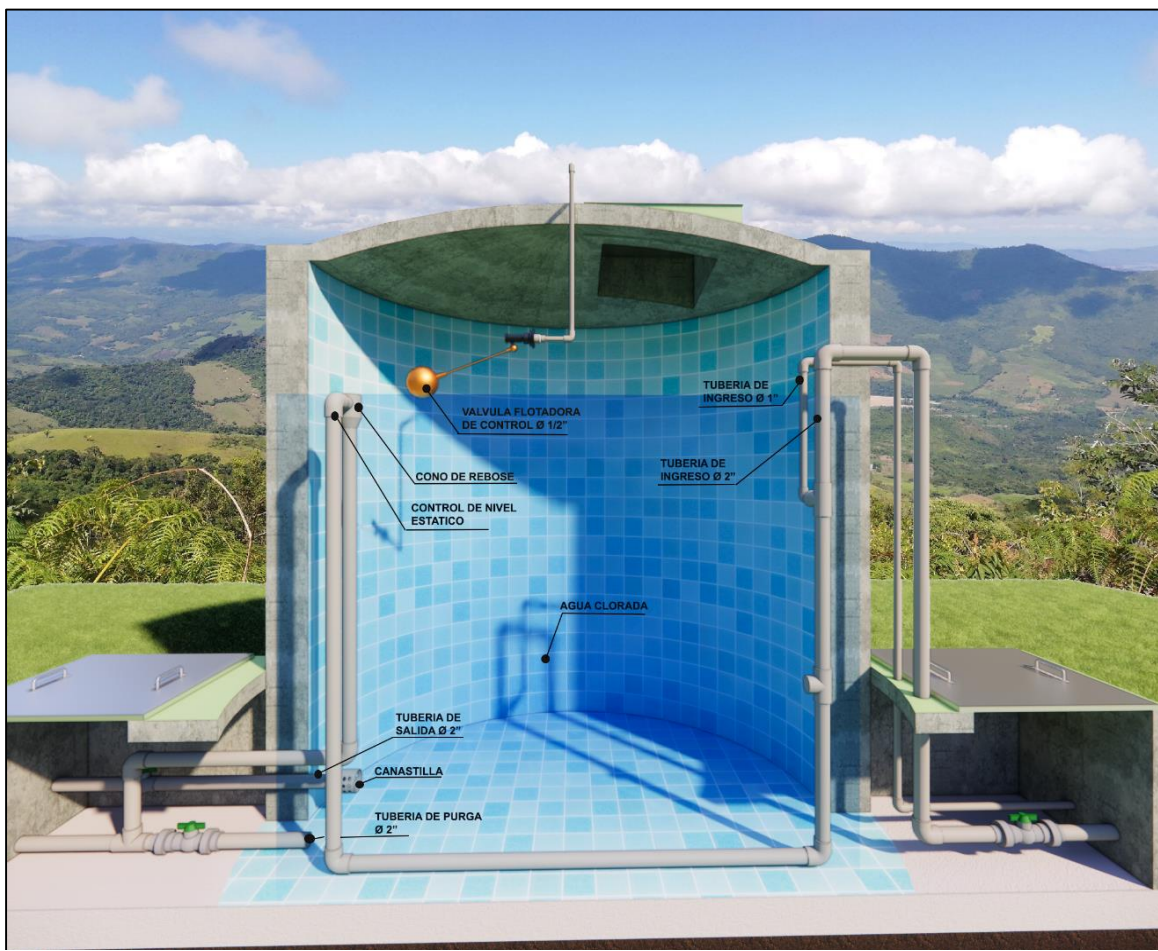


Figura 4

Instalación del nivel estático

Fuente: Elaboración Propia.

Este dispositivo opera según el principio de vasos comunicantes, lo que significa que el agua que ingresa al reservorio se clora y almacena gradualmente. Cuando el nivel del agua se acerca al punto de rebose, se restringe el ingreso a través del tubo correspondiente, permitiendo que el agua fluya con menor resistencia a través del tubo conectado entre la entrada y el cono de rebose. Además, se observa que la superficie del agua clorada se encuentra por debajo del cono de rebose y del tubo de descarga de agua cruda.

4.2 Determinación del ahorro de cloro comparando las cantidades usadas antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático

Se logró realizar la comparación de consumo de cloro de las cantidades usadas antes de utilizar la tecnología del nivel estático y después de la utilización de este mecanismo.

Tabla 8

Determinación del ahorro de cloro

Tiempo	Consumo Diario (g)	Consumo Semanal (g)	Consumo Mensual (g)	Consumo Anual (g)
Sin Nivel Estático	166.63	1166.41	4998.90	60819.95
Con Nivel Estático	116.64	816.48	3499.20	42573.60
Ahorro	49.99	349.93	1499.70	18246.35

La tabla 8 muestra que el consumo del hipoclorito de calcio al 70% con la operatividad de la tecnología de nivel estático se reduce en 49.99 gramos diarios, 349.93 gramos semanales, 1499.70 gramos mensuales y 18246.35 gramos anuales aproximado. Además, en la (figura 5) se representa gráficamente.



Figura 5

Comparación de las cantidades usadas antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático

En la figura 5, refleja la diferencia de cantidades usadas de insumo de cloro que genera la implementación del dispositivo de nivel estático en los reservorios en tiempo diario,

semanal, mensual y anual.

Determinación del ahorro económico

Se logró determinar el ahorro económico que se obtiene al implementar el mecanismo de nivel estático en comparación con el sistema convencional sin nivel estático.

Tabla 9

Determinación del ahorro económico

Costo	Costo Diario (S/.)	Costo Semanal (S/.)	Costo Mensual (S/.)	Costo Anual (S/.)
Sin Nivel Estático	4.00	27.99	119.97	1459.68
Con Nivel Estático	2.80	19.60	83.98	1021.77
Ahorro Económico	1.20	8.40	35.99	437.91

La tabla 9 muestra que el costo del hipoclorito de calcio al 70% con la operatividad de la tecnología de nivel estático se reduce en 1.20 soles diarios, 8.40 soles semanales, 35.99 soles mensuales y 437.91 soles anuales aproximado. Conociendo el costo unitario de cloro a S/. 24 el Kg en el distrito de Soritor. Además, en la figura 6 se representa gráficamente.



Figura 6

Costo de cloro en la cloración antes y después de la instalación del dispositivo de nivel estático

En la figura 6, refleja la diferencia de costos que se obtiene al implementar el dispositivo de nivel estático en los reservorios en tiempo diario, semanal, mensual y anual.

Registro de cloración de agua de consumo humano

Se logró realizar la medición del cloro residual libre en cuatro puntos estratégicos: en el reservorio, para verificar el correcto funcionamiento del proceso de cloración, luego en la vivienda más cercana al punto de cloración para comprobar que los niveles de cloro residual se encuentran dentro de los límites establecidos, seguidamente en la vivienda intermedia de la comunidad y por último la vivienda más lejana de la tubería, donde es probable que los niveles de cloro residual sean más bajos. Para ello se utilizó el colorímetro portátil DR900 con reactivos DPD para muestras de 10 ml. La información se encuentra registrada en la tabla 10.

Tabla 10

Registro de control de cloro residual para consumo humano

Fechas de muestreo	Puntos de muestreo			
	Reservorio	Primera vivienda	Vivienda intermedia	Última vivienda
19/01/2023	1.25	0.82	0.75	0.53
29/01/2023	1.15	0.76	0.60	0.51
8/02/2023	1.04	0.77	0.62	0.55
18/02/2023	1.24	0.88	0.71	0.65
28/02/2023	1.14	0.79	0.66	0.52
10/03/2023	1.26	0.81	0.64	0.53
20/03/2023	1.13	0.74	0.65	0.50
30/03/2023	1.26	0.88	0.71	0.60
9/04/2023	1.17	0.77	0.69	0.54

La tabla 10 muestra que los registros de cloro residual en el reservorio están entre 1.0 a 1.5 mg/l y en la red de distribución los registros esta entre 0.5 a 1.0 mg/l. Adicionalmente, se ilustra de forma gráfica en la (figura 7).



Figura 7. Registro de control de cloro residual

La figura 7 refleja los registros de la concentración de cloro residual libre en los puntos de muestreo, las muestras del reservorio son mayores a 1.0 mg/l, resultados que nos aseguran el cloro residual en las conexiones domiciliarias porque todas se encuentran entre 0.5 a 1.0 mg/l.

4.3 Aprovechamiento del agua cruda excedente para el lavado de “café”

Se logró aprovechar una parte del desperdicio de agua cruda del sistema de potabilización direccionando a un tanque de polietileno de 1100 litros para la actividad del lavado de “café”.

Tabla 11

Caudal de oferta y disponibilidad de agua

Caudal de oferta (l/s)	Disponibilidad de agua		
	m3/día	m3/semana	m3/mes
0.61	15.71	109.97	471.3

La tabla 11 indica el caudal de oferta 0.61 (l/s) que produce el rebose del reservorio del sistema de agua durante un tiempo aproximado de 7.2 horas diarias, además indica la disponibilidad de 15.71 (m3/día) de agua para el lavado de “café”.

El gasto de agua utilizando el sistema tradicional canal de correteo tiene un promedio de $6,80 \pm 0,15$ L/kg cg como muestra la (tabla12), con este método de lavado se obtiene granos de “café” de alta calidad.

Tabla 12

Gasto de agua en lavado de “café”

N°	cantidad de cg (kg)	Consumo de agua (l/kg cg)	Consumo Total (litros)
1	420	6.80	2856
2	450	6.80	3060
3	440	6.80	2992
4	450	6.80	3060
5	430	6.80	2924
6	440	6.80	2992
7	420	6.80	2856
8	440	6.80	2992
9	420	6.80	2856
10	430	6.80	2924

Nota. cg: “café” guinda

La tabla 12 muestra las cantidades de “café” guinda, que varía entre 420 a 450 kg para cada día de lavado, en relación al gasto de agua hay un consumo de 2856 a 3060 litros. La oferta de agua es de 15.71 m3/día que se almacena en un tanque de 1100 litros la cual garantiza que haya suficiente agua disponible para el proceso de producción, utilizando este sistema de lavado. Además, indica el aprovechamiento de 3.0 m3 de agua aproximado por cada día de lavado de “café”.

CONCLUSIONES

1. Se logró la correcta instalación del mecanismo de nivel estático en el sistema de potabilización de agua del centro poblado Santa Rosa. La recarga de la solución madre sin nivel estático se realiza cada 7 días y con la funcionalidad del nivel estático en el reservorio del sistema de agua permite realizar la recarga de solución madre cada 10 días. Sin el uso del dispositivo de nivel estático consume 166.63 gramos diarios y con la implementación de la tecnología del nivel estático se utiliza 116.64 gramos diarios; generando un ahorro aproximado de 50 gramos por día de hipoclorito de calcio al 70%.
2. Se realizó la comparación de las cantidades de cloro utilizadas sin la tecnología del nivel estático y con la tecnología de nivel estático. En consecuencia, el ahorro económico anual en el proceso de cloración para la potabilización del sistema de agua es de 437.91 nuevos soles. Además, la tecnología de nivel estático produce mejor cloración, se logró obtener registros óptimos de cloro residual libre en el sistema de Agua Potable Santa Rosa, en el reservorio datos entre 1.0 mg/l y 1.5 mg/l y en los usuarios entre 0.5 mg/l y 1.0 mg/l; estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Digesa.
3. Se logró aprovechar un aproximado de 3.0 m³ de agua diario cruda sobrante del sistema de potabilización para lavado de "café", el cual equivale a 450 kilogramos aproximado de cg (café guinda) lavados diarios. Finalmente, la tecnología del nivel estático es un mecanismo de suma importancia para el ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en los sistemas de potabilización. En definitiva, esto representa dar uso múltiple a un sistema de agua, la presente investigación es un ejemplo evidente de ello.

RECOMENDACIONES

1. Para la correcta operatividad que brinda la tecnología del nivel estático en los reservorios de sistemas de agua potable por gravedad se recomienda instalar acorde al manual establecido en el compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural. Adaptando la tecnología del nivel estático según el tipo de cloración que utilice el sistema de agua.
2. Es necesario ejercer mayor atención en mejorar las capacidades de operación y mantenimiento del sistema de cloración por goteo; especialmente al operador de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, debido a que es responsable de llevar a cabo la calibración del sistema de cloración cada vez que recarga la solución madre.
3. Para adquirir datos consistentes y reales en la cloración del agua, el cloro residual libre debe monitorearse individualmente en puntos estratégicos como el reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda del sistema de agua potable rural; todos los resultados deben cumplir con los parámetros que especifica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
4. El aprovechamiento del agua cruda se recomienda adaptar de acuerdo a las necesidades de la población, sustentando el beneficio rentable que trae consigo el uso múltiple del sistema de agua potable.
5. Se recomienda llevar a cabo un estudio de los reservorios en sistemas de agua potable en zonas rurales de la región San Martín, para conocer cuántos requieren la implementación de la tecnología del nivel estático.
6. Finalmente, a la municipalidad distrital e instituciones como Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se recomienda velar por una mejor calidad de servicio y mayor aprovechamiento de agua en las zonas rurales fomentando el uso múltiple en los sistemas donde existe desperdicio de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrobanco. (2013). *Cosecha y post cosecha en el cultivo del café*.
- Cabrera, V., & Coronel, E. (2020, January 1). La experiencia de Perú en el desarrollo de políticas para asegurar el acceso a agua potable en el ámbito rural. *Revista de Ingeniería*, 4–8.
- Centro Nacional de Investigaciones del Café. (1995). *Avances técnicos de CENICAFE*. 137–142.
- Chauca, A., & Orozco, L. (2012). *Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua Potable en la Comunidad San Vicente de Lacas*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- COSUDE. (2018). *Hipoclorador de goteo de carga constante de doble recipiente*.
- DATASS. (2018). *Modelo para la toma de decisiones en Saneamiento Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural*.
- DIGESA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA*.
- DRVCS. (2019). *Indicadores de cobertura en la región de San Martín*.
- FONCODES. (2020). *Agua con calidad para la población rural*.
- GIZ GmbH. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*.
- Horna, D. (2014). *Optimización del consumo del cloro en la potabilización del agua, haciendo uso del método del nivel estático en reservorio del sistema de agua potable rural del caserío el Tambo – Distrito de José Gálvez - 2014*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Islam, N., Sadiq, R., Rodriguez, M., & Legay, C. (2016). Assessment of water quality in distribution networks through the lens of disinfection by-product rules. *Water SA*, 42(ISSN 0378-4738), 1–13.

- Izquierdo, J. (2018). *Mejoramiento de la calidad del agua a partir de tecnología de tratamiento de sistema de cloración por goteo en el centro poblado Flor del Mayo, distrito de Moyobamba - San Martín*. Universidad Nacional de San Martín.
- Kustiari, T., Setyoko, U., Arieni, D., & Prayitno, P. (2019). Arabica Coffee Bean Quality Test With Wet Processing (Full Wash Processing) System At “Sejahtera Bersama” Farmers Group, Panti Sub-District, Jember Regency, East Java. *Proceeding of the 1st International Conference on Food and Agriculture*, 4–9.
- Landeo, A. (2018). *Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- López, C. (2013). *Optimización del uso del agua en el lavado del café en los tanques de fermentación*. Universidad Mayor de San Andrés.
- López, C. (2017, January). Optimización del uso del agua en el lavado del café. *Apthapi*, 28–38.
- López, M., & López, E. (2018). *Mejoramiento de la calidad del agua a partir de tecnología de tratamiento, fortalecimiento de la organización comunal, en el caserío Santa Cruz, distrito de Pardo Miguel, provincia de Rioja-San Martín*. Universidad Nacional de San Martín.
- Málaga, M. (2021). *Acelerando los resultados de la calidad de agua potable en zonas rurales: propuesta de mejora de intervención del fondo de estímulo de desempeño y logros sociales*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Meyer, S. (1994). O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. *Cad. Saúde Pública*, 10, 1–12.
- MINSA. (2018). *Vigilancia y control de la calidad del agua*.
- Muñoz, S. (2022). *Mejora de procesos en la producción de café orgánico peruano bajo el enfoque de ciclo de vida*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Oliveira, L., dos Reis, D., & Saavedra, N. (2022). Decay process of free residual chlorine concentration affected by travel time in water distribution systems. *Rev. Ambient. Água*, 17, 2–14.
- OMS. (2018). *Guides for the quality of the water for human consumption*.

- OMS. (2021, July 5). *Una de cada cuatro personas en todo el mundo no tiene acceso al agua potable*. Diario Responsable.
- Ramírez, F. (2005). *Tratamiento de Desinfección del Agua Potable*.
- SABA plus. (2018). *Compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural*.
- SUNASS. (2018). *Reglamento de calidad de la prestación de los servicios de saneamientos brindados por organizaciones cen el ámbito rural*.
- Torres, J. (2014). *Beneficios del uso de nivel estático en los reservorios del sistema de agua potable del distrito de Ichocán - Cajamarca*. Universidad Privada del Norte.
- UN Economic and Social Council. (2002). *General Comment No. 15: The Right to Water (Arts. 11 and 12 of the Covenant)*.
- Vargas, M. (2021). *Evaluación de tecnologías de cloración mediante sistemas de pastillas y cloro líquido controlado con ORP en agua para consumo humano*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Water for people. (2016). *Guía Metodológica para el fortalecimiento de competencias de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS)*.

ANEXOS

Anexo 1.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y
PARASITOLÓGICOS**

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Anexo 2.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE
CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ = L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Anexo 3.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS
INORGÁNICOS**

Parámetros inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F ⁻ L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Anexo 4.**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS ORGÁNICOS**

Parámetros orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroetano	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004

Anexo 5

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS ORGÁNICOS

Parámetros orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Ácido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009

Anexo 6.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS ORGÁNICOS

Parámetros orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacoloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodichlorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,07
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,1
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,05
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,02
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,9
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol	mgL ⁻¹	0,2

Anexo 7.**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS RADIATIVOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total (nota1)	mSv/año	0.1
2. Actividad global α	Bq/L	0.5
3. Actividad global β	Bq/L	1.0

Nota 1: Si la actividad global α de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global β es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

Anexo 8.

**AUTORIZACIÓN SANITARIA, REGISTRO DE LOS SISTEMAS DE
ABASTECIMIENTO**

Componente del Sistema de Abastecimiento	Registro		Autorización Sanitaria		Aprobaciones	
	¿Requiere?	Entidad que registra	¿Requiere?	Entidad que autoriza	¿Requiere?	Entidad que autoriza
Fuente de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Sistemas de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Plantas de tratamiento de agua potable			SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS		
Plan de control de calidad (PCC)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Planes de Adecuación sanitaria (PAS)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Surtidores de agua			SI	DIGESA DIRESA, GRS		
Camiones cisterna			SI	DIGESA DIRESA, GRS		
Desinfectantes de agua	SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS				

Anexo 9.

PERMISO PARA EJECUCIÓN DE TESIS DE INVESTIGACIÓN



Municipalidad Distrital de Soritor

Jr. Hipólito Rangel 510 - Tele-fax 042 - 557034

UNIDAD DE ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL

"Año del Bicentenario del Perú: 200 Años De Independencia"

CARTA DE ACEPTACIÓN

PARA: ALEXANDER MUÑOZ DIAZ
Egresado de la Facultad de Ecología-UNSM

ASUNTO: ACEPTACIÓN DE PERMISO PARA EJECUTAR TESIS DE
PREGRADO

REF: Solicitud, permiso para ejecutar tesis de pregrado

FECHA: Soritor, 10 de enero del 2023

Es grato dirigirme a usted para saludarle cordialmente, y al mismo tiempo hacerle saber que, su solicitud de permiso para poder ejecutar su tesis de pregrado en el centro poblado Santa Rosa, con el proyecto de investigación de título "Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café", ha sido aprobada, esperando así, contribuir con la investigación científica de su prestigiosa institución.

Sin otro particular, me despido de usted deseándole éxitos en su investigación.





Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRITAL
DE SORITOR
Beck Davidson Roldán Sandoval
2019 014 010






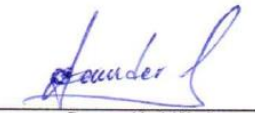

Anexo 10.



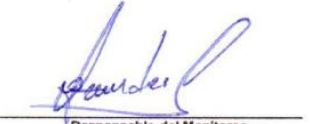

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL



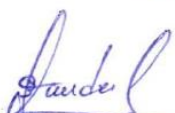



FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL									
I. UBICACIÓN									
Localidad / Anexo: _____						Fecha _____ / _____ / 2023			
Distrito _____			Provincia _____			Departamento _____			
Establecimiento de Salud _____									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua									
Municipalidad _____					JASS _____				
(anotar el nombre)					(anotar el nombre)				
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹ _____									
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS): _____									
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reserorio									
N°	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)					
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm				
1	Reserorio - 1								
2									
3									
4									
3.2 Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)							
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)							
3	Red	grifo/viv.(última viv)							
1. Tipos de Sistema: _____ 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
2. Ubicación de puntos de muestreo: _____ 1) Planta de tratamiento, 2) Reserorio, 3) Pozo, 4) Red									
3. Punto de toma: _____ 1) Salida de la planta (STP), 2) Reserorio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo									
4. Coordenadas UTM: _____ Opcional _____									
IV. OBSERVACIONES									
1.-									
2.-									
3.-									
_____					_____				
Representante de OC					Responsable del Área Técnica Municipal				
_____					_____				
Responsable del Monitoreo					Técnico en Salud Ambiental del EESS.				




FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL									
I. UBICACIÓN									
Localidad / Anexo: <u>CC.PP. Santa Rosa</u>							Fecha: <u>19/01/2023</u>		
Distrito: <u>Soritor</u>			Provincia: <u>Moyobamba</u>			Departamento: <u>San Martín</u>			
Establecimiento de Salud: <u>Soritor</u>									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua									
Municipalidad: _____ (anotar el nombre)					JASS: <u>Santa Rosa</u> (anotar el nombre)				
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹ : <u>Gravedad Simple</u>									
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS): <u>Manantial Santa Rosa</u>									
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio									
N°	Punto de toma de la muestra ¹	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)					
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm				
1									
2	Reservorio - 1	<u>19-01-2023</u>	<u>8:35</u>	<u>-</u>	<u>1.25</u>				
3									
4									
3.2 Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	<u>19-01-2023</u>	<u>9:18</u>	<u>0.82</u>	<u>Leonel Ramirez Ferrillo</u>	<u>4801 6396</u>	<u>982278 250</u>	<u>[Firma]</u>
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	<u>19-01-2023</u>	<u>9:32</u>	<u>0.75</u>	<u>Maritza Diaz Muñoz</u>	<u>6228 6443</u>	<u>976201 097</u>	<u>[Firma]</u>
3	Red	grifo/viv.(última viv)	<u>19-01-2023</u>	<u>9:47</u>	<u>0.53</u>	<u>Apolinar Chavez Loayza</u>	<u>2772 6332</u>	<u>978960 037</u>	<u>[Firma]</u>
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red									
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo									
4. Coordenadas UTM: Opcional									
IV. OBSERVACIONES									
1.- <u>No presenta.</u>									
2.-									
3.-									
 Representante de OC					 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR <u>Bach. Denilson Rubio Santacruz</u> JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal				
 Responsable del Monitoreo <u>Alexander Muñoz Diaz</u> DNI: 60298324					 MICRORED DE SALUD SORITOR SANEAMIENTO AMBIENTAL Y TRANSMISIBLES V°B° <u>VERTIL SANCHEZ REQUEJO</u> Ingeniero Sanitario CIP N. 228233 Técnico en Salud Ambiental del EESS.				

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL											
I. UBICACIÓN											
Localidad / Anexo:		CC.PP. Santa Rosa					Fecha			29/01/2023	
Distrito		Provincia		Departamento		Soritor				Moyobamba	San Martín
Establecimiento de Salud		Soritor									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO											
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua											
Municipalidad		JASS		Santa Rosa							
		(anotar el nombre)		(anotar el nombre)							
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹											
Gravedad Simple											
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento											
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS):											
Manantial Santa Rosa											
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO											
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio											
N°	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)							
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm						
1											
2	Reservoirio - 1	29-01-2023	8:50	-	1.15						
3											
4											
3.2 Red de Distribución											
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/l)	Datos del usuario					
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario		
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	29-01-2023	9:24	0.76	Leonel Ramirez Tarrillo	48016396	982278250			
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	29-01-2023	9:41	0.60	Maritza Diaz Muñoz	62286443	976201097			
3	Red	grifo/viv.(última viv)	29-01-2023	10:02	0.51	Apolinar Chavez Loayza	27726332	978760037			
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento											
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) Red											
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública											
Como mínimo tres puntos de monitoreo											
4. Coordenadas UTM: Opcional											
IV. OBSERVACIONES											
1.- No presenta											
2.-											
3.-											
 Representante de OC					 Bach. Denilson Rubio Santacruz JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal						
 Responsable del Monitoreo Alexander Muñoz Diaz DNI: 60948324					 VERTIL SANCHEZ REQUEJO Ingeniero Sanitario CIP N 228233 Técnico en Salud Ambiental del EESS.						



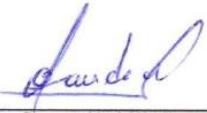




FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL									
I. UBICACIÓN									
Localidad / Anexo: <u>CC-PP. Santa Rosa</u>					Fecha: <u>08/02/2023</u>				
Distrito: <u>Soritor</u>			Provincia: <u>Moyobamba</u>		Departamento: <u>San Martín</u>				
Establecimiento de Salud: <u>Soritor</u>									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua									
Municipalidad: _____ (anotar el nombre)					JASS: <u>Santa Rosa</u> (anotar el nombre)				
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹ : <u>Gravedad Simple</u>									
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS): <u>Manantial Santa Rosa</u>									
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio									
N°	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)					
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm				
1									
2	Reservoirio - 1	<u>08-02-2023</u>	<u>9:35</u>	-	<u>1.04</u>				
3									
4									
3.2 Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	<u>08-02-2023</u>	<u>9:50</u>	<u>0.77</u>	<u>Leonel Ramirez Tarrillo</u>	<u>4801 6396</u>	<u>982 27 8250</u>	
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	<u>08-02-2023</u>	<u>10:04</u>	<u>0.62</u>	<u>Maritza Diaz Muñoz</u>	<u>6228 6443</u>	<u>978 201 097</u>	
3	Red	grifo/viv.(última viv)	<u>08-02-2023</u>	<u>10:15</u>	<u>0.55</u>	<u>Apolinar Chavez Loayza</u>	<u>2772 6332</u>	<u>978 960 037</u>	
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) Red									
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo									
4. Coordenadas UTM: Opcional									
IV. OBSERVACIONES									
1.- <u>No presenta.</u>									
2.-									
3.-									
 Representante de CC					 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR Bach. Denilson Rubio Santacruz JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal				
 Responsable del Monitoreo Alexander Muñoz Diaz DNI: 60298324					 MICRORED DE SANEAMIENTO AMBIENTAL Y TRANSMISIBLES V°B° SORITOR VERTIL SANCHEZ REQUEJO Ingeniero Sanitario CIP N 228233 Oficina en Salud Ambiental del EESS.				

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL									
I. UBICACIÓN									
Localidad / Anexo: <u>CC-PP. Santa Rosa</u>						Fecha: <u>18/02/2023</u>			
Distrito: <u>Soritor</u>		Provincia: <u>Moyobamba</u>		Departamento: <u>San Martín</u>					
Establecimiento de Salud: <u>Soritor</u>									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua									
Municipalidad: _____				JASS: <u>SANTA ROSA</u>		(anotar el nombre)			
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹ : <u>Gravedad Simple</u>									
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS): <u>Manantial Santa Rosa</u>									
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio									
N°	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)					
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm				
1									
2	Reservoirio - 1	<u>13-02-2023</u>	<u>9:28</u>	-	<u>1.24</u>				
3									
4									
3.2 Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	<u>13-02-2023</u>	<u>9:46</u>	<u>0.88</u>	<u>Leonel Ramirez Tarrillo</u>	<u>48016396</u>	<u>982278260</u>	
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	<u>13-02-2023</u>	<u>10:05</u>	<u>0.71</u>	<u>Maritza Dios Huazo</u>	<u>62286443</u>	<u>976201097</u>	
3	Red	grifo/viv.(última viv)	<u>13-02-2023</u>	<u>10:22</u>	<u>0.65</u>	<u>Apolinar Chavez Loayza</u>	<u>27726832</u>	<u>978960037</u>	
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) Red									
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo									
4. Coordenadas UTM: Opcional									
IV. OBSERVACIONES									
1.- <u>No presenta.</u>									
2.-									
3.-									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  <p>Representante de OC</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR <u>Bach. Denilson Rubio Santacruz</u> JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Responsable del Monitoreo <u>Alexander Huazo Dios</u> DNI: 60298324</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>MICROREGION DE SORITOR SANEAMIENTO AMBIENTAL Y TRANSMISIBLES V°B° <u>VERTIL SANCHEZ REQUEJO</u> Ingeniero Sanitario CIP N 228233 Técnico en Salud Ambiental del EESS.</p> </div> </div>									

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL										
I. UBICACIÓN										
Localidad / Anexo:		CC-PP. Santa Rosa				Fecha				28/02/2023
Distrito		Soritor		Provincia		Moyobamba		Departamento		San Martín
Establecimiento de Salud										
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO										
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua										
Municipalidad		-				JASS		Santa Rosa		(anotar el nombre)
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹										
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento										
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS):										
Manantial Santa Rosa										
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO										
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio										
N°	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)						
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm					
1										
2	Reservoirio - 1	28-02-2023	10:20	-	1.14					
3										
4										
3.2 Red de Distribución										
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario				
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario	
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	28-02-2023	10:46	0.79	Leonel Ramirez Tarrillo	4801 8396	982 278 250		
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	28-02-2023	11:08	0.66	Maritza Diaz Muñoz	6228 6443	976 201 097		
3	Red	grifo/viv.(última viv)	28-02-2023	11:25	0.52	Apolinar Chavez Loayza	2772 6332	978 960 037		
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento										
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) Red										
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo										
4. Coordenadas UTM: Opcional										
IV. OBSERVACIONES										
1.- No presenta.										
2.-										
3.-										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  <p> Representante de OC</p> <p> Responsable del Monitoreo Alexander Muñoz Díaz DNI: 60298324</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SORITOR</p> <p> Bach. Denilson Rubio Santacruz JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>VERTIL SANCHEZ REQUEJO Ingeniero Sanitario CIP N 228233 Técnico en Salud Ambiental del EESS.</p> </div> </div>										

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL									
I. UBICACIÓN									
Localidad / Anexo: <u>CE-PP Santa Rosa</u>							Fecha: <u>10 / 03 / 2023</u>		
Distrito: <u>Soritor</u>			Provincia: <u>Moyobamba</u>			Departamento: <u>San Martín</u>			
Establecimiento de Salud: <u>Soritor</u>									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua									
Municipalidad: _____ (anotar el nombre)					JASS: <u>Santa Rosa</u> (anotar el nombre)				
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹ <u>Gravedad Simple</u> 1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS): <u>Manantial Santa Rosa</u>									
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio									
N°	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)					
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm				
1									
2	Reservoirio - 1	<u>10-03-2023</u>	<u>8:32</u>	<u>-</u>	<u>1.26</u>				
3									
4									
3.2 Red de Distribución									
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	<u>10-03-2023</u>	<u>8:50</u>	<u>0.81</u>	<u>Leonel Ramirez Torrico</u>	<u>48016396</u>	<u>982278250</u>	<u>[Firma]</u>
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	<u>10-03-2023</u>	<u>9:04</u>	<u>0.64</u>	<u>Maritza Diaz Muñoz</u>	<u>62286443</u>	<u>978201097</u>	<u>[Firma]</u>
3	Red	grifo/viv.(última viv)	<u>10-03-2023</u>	<u>9:21</u>	<u>0.53</u>	<u>Apolinar Chavez Loayza</u>	<u>27728332</u>	<u>978960037</u>	<u>[Firma]</u>
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) Red									
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pilleta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo									
4. Coordenadas UTM: Opcional									
IV. OBSERVACIONES									
1.- <u>No presenta.</u>									
2.-									
3.-									
 <u>[Firma]</u> Representante de OC					 <u>Bach. Denilson Rubio Santacruz</u> JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal				
<u>[Firma]</u> Responsable del Monitoreo <u>Alexander Muñoz Diaz</u> DNI: <u>60298324</u>					 <u>[Firma]</u> VERTIL SANCHEZ REQUEJO Ingeniero Sanitario CIP N 228233 Técnico en Salud Ambiental del EESS.				

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL										
I. UBICACIÓN										
Localidad / Anexo:		CC-PP. Santa Rosa					Fecha			20/03/2023
Distrito		Soritor		Provincia		Moyobamba		Departamento		San Martín
Establecimiento de Salud										
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO										
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua										
Municipalidad		—			JASS		Santa Rosa			
		(anotar el nombre)					(anotar el nombre)			
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹										
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento										
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS):										
Manantial Santa Rosa										
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO										
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservoirio										
N°	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)						
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm					
1										
2	Reservoirio - 1	20-03-2023	9:20	—	1.13					
3										
4										
3.2 Red de Distribución										
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario				
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario	
1	Red	grifo/viv.(tra viv)	20-03-2023	9:38	0.74	Leonel Ramirez Jarrillo	4301 6396	982 278 250		
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	20-03-2023	9:56	0.65	Maritza Diaz Huano	6228 6443	976 201 097		
3	Red	grifo/viv.(última viv)	20-03-2023	10:29	0.50	Apolinar Chavez Loayza	2772 6332	978 960 037		
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento										
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) Red										
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservoirio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública										
Como mínimo tres puntos de monitoreo										
4. Coordenadas UTM: Opcional										
IV. OBSERVACIONES										
1.- No presenta.										
2.-										
3.-										
 Representante de DC					 Presidente de la JASS					
 Responsable del Monitoreo Alexander Huano Diaz DNI: 60298324					 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR Bach. Denilson Rubio Santacruz JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal					
					 MICRORRED DE SALUD AMBIENTAL Y TRANSMISIBLES V°B° SORITOR VERTIL SANCHEZ REQUEJO Ingeniero Sanitario CIP N 228233 Técnico en Salud Ambiental del EESS.					

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL											
I. UBICACIÓN											
Localidad / Anexo:		CC-PP. Santa Rosa					Fecha			30/03/2023	
Distrito		Provincia		Departamento		Soritor				Moyobamba	San Martín
Establecimiento de Salud		Soritor									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO											
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua											
Municipalidad		JASS		Santa Rosa							
(anotar el nombre)		(anotar el nombre)		(anotar el nombre)							
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹											
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento											
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS):											
Manantial Santa Rosa											
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO											
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio											
N°	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)							
				< 0,5 ppm	> = 0,5 ppm						
1											
2	Reservorio - 1	30-03-2023	10:35	-	1.26						
3											
4											
3.2 Red de Distribución											
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario					
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario		
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	30-03-2023	10:58	0.88	Leonel Ramirez Tarrillo	48016396	982278250			
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	30-03-2023	11:21	0.71	Maritza Diaz Muñoz	62286443	976201097			
3	Red	grifo/viv.(última viv)	30-03-2023	11:40	0.60	Apolinar Chavez Loayza	27726382	978960037			
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento											
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red											
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pilota pública											
Como mínimo tres puntos de monitoreo											
4. Coordenadas UTM: Opcional											
IV. OBSERVACIONES											
1.- No presenta.											
2.-											
3.-											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  <p> Representante de DC</p> <p> Responsable del Monitoreo Alexander Muñoz Díaz DNI: 60298324</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR</p> <p> Bach. Denilson Rubie Sanchez JEFE DEL ATM</p> <p>Responsable del Área Técnica Municipal</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>MICRORED DE SALUD SANEAMIENTO AMBIENTAL Y TRANSMISIBLES V°B° SORITOR</p> <p> VERTIZ SANCHEZ REGUEJO Ingeniero Sanitario CIP N 228233</p> <p>Técnico en Salud Ambiental del EESS.</p> </div> </div>											

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL										
I. UBICACIÓN										
Localidad / Anexo:		CC-PP. Santa Rosa					Fecha			09 / 04 / 2023
Distrito		Soritor		Provincia		Mojabamba		Departamento		San Martín
Establecimiento de Salud										
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO										
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua										
Municipalidad		—					JASS		Santa Rosa	
		(anotar el nombre)							(anotar el nombre)	
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹										
Gravedad Simple										
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento										
c) Nombre de la fuente principal/captación: (DATASS):										
Manantial Santa Rosa										
III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO										
3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio										
N°	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de Muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)						
				< 0.5 ppm	> = 0.5 ppm					
1										
2	Reservorio - 1	09-04-2023	8:45	-	1.17					
3										
4										
3.2 Red de Distribución										
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ²	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario				
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de Celular	Firma del usuario	
1	Red	grifo/viv.(1ra viv)	09-04-2023	9:08	0.77	Leonel Ramirez Tarrillo	48016396	992278250		
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	09-04-2023	9:29	0.69	Maritza Diaz Muñoz	82286443	976201097		
3	Red	grifo/viv.(última viv)	09-04-2023	9:50	0.54	Apoluzar Chavez Loayza	27726332	978960037		
1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento										
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red										
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública Como mínimo tres puntos de monitoreo										
4. Coordenadas UTM: Opcional										
IV. OBSERVACIONES										
1.- No presenta.										
2.-										
3.-										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Representante de OC Responsable del Monitoreo Alexander Muñoz Diaz DNI: 60298324 </div> <div style="width: 45%;"> MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR Bach. Denilson Rubio Sanchez JEFE DEL ATM Responsable del Área Técnica Municipal MICRO RED DE SORITOR SANEAMIENTO AMBIENTAL Y TRANSMISIBLES V°B° VERTIL SANCHEZ REQUEJO Ingeniero Sanitario CIP N 228233 Técnico en Salud Ambiental del EESS. </div> </div>										

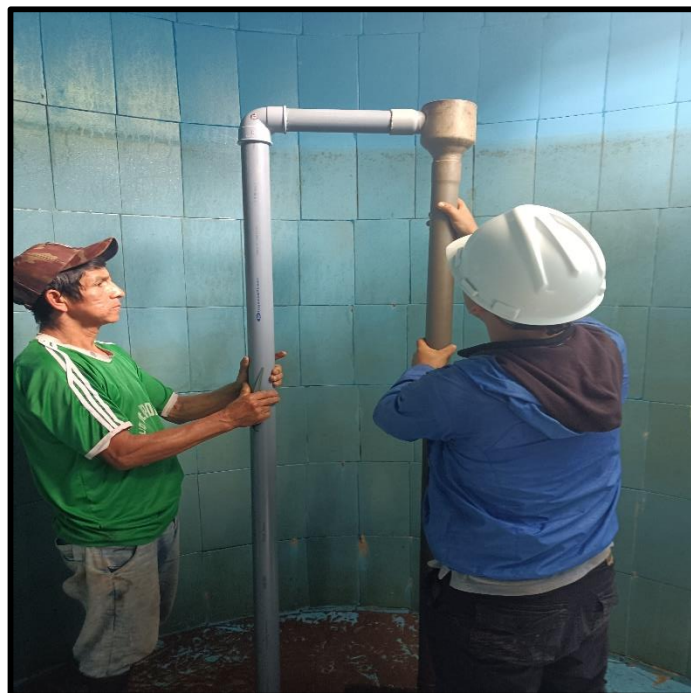
Anexo 11.

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N° 1. Instalación del nivel estático en reservorio.



Fotografía N° 2. Unión de la tubería de ingreso a la tubería de rebose.



Fotografía N° 3. Finalización de la Instalación del nivel estático en reservorio.



Fotografía N° 4. Preparación de la solución madre para la cloración del agua.



Fotografía N° 5. Recarga de la solución madre para la cloración del agua.



Fotografía N° 6. Muestreo de cloro residual en el reservorio con equipo DR900.



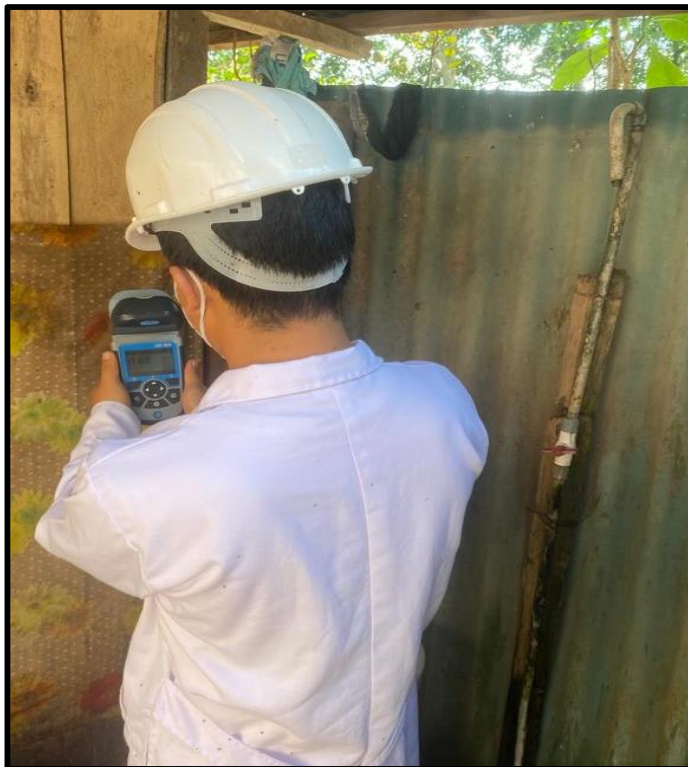
Fotografía N° 7. Resultado del muestreo de cloro residual en el reservorio.



Fotografía N° 8. Toma de muestra para medir el cloro residual en la primera vivienda.



Fotografía N° 9. Lectura de cloro residual en la primera vivienda.



Fotografía N° 10. Toma de muestra para medir el cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 11. Lectura de cloro residual en la vivienda intermedia.



Fotografía N° 12. Muestreo de cloro residual en la última vivienda.



Fotografía N° 13. Monitoreo de cloro residual en la última vivienda.



Fotografía N° 14. Llenado de formato de control de cloro residual.



Fotografía N° 15. Instalación del tanque rotaplas de 1100 litros para almacenamiento de agua sobrante del reservorio dirigido al lavado de “café”.



Fotografía N° 16. Almacenamiento de agua cruda para lavado de “café”.



Fotografía N° 17. Lavado de “café” con agua cruda sobrante del SAP.



Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café

por Alexander Muñoz Díaz

Fecha de entrega: 22-feb-2024 10:09a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2301593087

Nombre del archivo: ING._SANITARIA_-_Alexander_Mu_oz_Diaz.docx (25M)

Total de palabras: 15656

Total de caracteres: 81966

Nivel estático en sistema de potabilización para ahorro de cloro y aprovechamiento de agua cruda en lavado de café

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.ojs.agro.umsa.bo Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	vsip.info Fuente de Internet	1%
7	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	doc.rero.ch Fuente de Internet	