PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO OFRECIDO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LAS ASADAS DE SAN RAFAEL DE VARA BLANCA Y VARA BLANCA DE HEREDIA

Proyecto de graduación presentado en la

Escuela de Ciencias Ambientales

Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

Universidad Nacional

Para obtener grado de Licenciatura en

Ingeniería en Gestión Ambiental

Daniela Sánchez Oconitrillo

Junio, 2024

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Costa Rica, para optar al grado de Licenciatura en **Ingeniería en Gestión Ambiental.**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

MARIA ALVAREZ JIMENEZ (FIRMA)
Firmado digitalmente por MARIA ALVAREZ JIMENEZ (FIRMA)
Fecha: 2024.08.30 13:43:53 -06'00'

……

M.Sc. María Álvarez Jiménez

Decana de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

MELISSA BLANDON NARANJO (FIRMA)
Firmado digitalmente por MELISSA BLANDON NARANJO (FIRMA)
Fecha: 2024.08.21 11:40:55 -06'00'

……..

M.Sc.Melissa Blandón Naranjo

Dirección de EDECA

ANA LUCRECIA HERNANDEZ CAMPOS (FIRMA)
Firmado digitalmente por ANA LUCRECIA HERNANDEZ CAMPOS (FIRMA)
Fecha: 2024.06.24 14:18:46 -06'00'

……..……..…

M.Sc. Ana Lucrecia Hernández Campos

Tutora

SILVIA REBECA RAMIREZ QUIROS (FIRMA)
Firmado digitalmente por SILVIA REBECA RAMIREZ QUIROS (FIRMA)
Fecha: 2024.06.24 14:45:06 -06'00'

……

Lic. Silvia Ramírez Quirós

Lectora

……**NSP**……

M.Sc. Diana Mora Campos

Lectora

DANIELA SANCHEZ OCONITRILLO (FIRMA)
Firmado digitalmente por DANIELA SANCHEZ OCONITRILLO (FIRMA)
Fecha: 2024.06.24 14:50:06 -06'00'

……

Daniela Sánchez Oconitrillo

Postulante del trabajo

Dedicatoria

A mis padres, Jorge Luis Sánchez Cerdas y Lisbeth Oconitrillo León por brindarme los medios para poder estudiar y alcanzar mis metas académicas, sin su apoyo, este logro nunca hubiera sido posible. Gracias por las palabras de aliento, sacrificio y tiempo, que me ayudaron a ser la persona que soy hoy y poder estar en este momento alcanzando una meta más.

Con amor y gratitud.

Agradecimientos

Quiero agradecerles a todas las personas que hicieron posible finalizar este trabajo, a mi tutora y lectoras por su dedicación y tiempo a lo largo del todo el proceso. Gracias por la orientación y comentarios que contribuyeron para avanzar y mejorar este trabajo.

Agradezco a los fontaneros de las ASADAS de Vara Blanca y San Rafael por su ayuda y tiempo que me brindaron para desarrollar de la mejor forma este trabajo, además agradezco a los miembros de ambas juntas administradoras que se mostraron interesados y atentos para lograr mis objetivos.

Por último, agradezco a mis amigos que directa o indirectamente contribuyeron con la realización de este trabajo.

Resumen

Los acueductos de los distritos de San Rafael y Vara Blanca de Heredia requieren de pronta intervención, debido a que en ambas ASADAS se ha presentado problemas al no tener implementado el Programa de Control de Calidad del Agua Potable, que es solicitado por el Ministerio de Salud, en dicho programa se realiza el registro de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que debe tener el agua antes de su consumo, como también las condiciones actuales en las cuales se encuentra el sistema de abastecimiento. Con base a lo anterior, el objetivo del presente estudio es promover la estandarización de la operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable para asegurar la calidad del agua, que permitan el monitoreo y control en las ASADAS. La metodología que se utilizó para obtener los resultados fue el análisis de la información con visitas al campo y entrevistas a los funcionarios del Área Rectora de Salud de Heredia, como también a los fontaneros y junta administrativa de las dos ASADAS. Durante el recorrido de las zonas se mapean los puntos de los componentes de los sistemas de abastecimiento y se diseñó el plano del acueducto. Se identificó el área de influencia de las nacientes para conocer las amenazas a las cuales se exponen y se implementaron las medidas de control. Se realizó identificación del riesgo y la vulnerabilidad de los sistemas mediante la aplicación de las guías SERSA para conocer los factores de riesgo. Además, se elaboró una estrategia de implementación con capacitaciones y videos explicativos con el fin que los administradores tengan el conocimiento y operen de forma adecuada los sistemas, además de tener actualizado el programa de control de calidad del agua potable. Los principales resultados obtenidos demostraron que existen deficiencias en la operación y la administración de los sistemas de abastecimiento, en ambas ASADAS no realizan los análisis fisicoquímicos y microbiológicos según la periodicidad que se indica en la legislación nacional; no se lleva el registro adecuado de la información y se presentan irregularidades en los parámetros de cloro residual y el pH. Se recomienda realizar los análisis según los controles y la frecuencia que indica la normativa, mejorar y vigilar la aplicación del cloro y dar seguimiento al Programa de Control de Calidad del Agua Potable para una mejora continua.

Palabras claves: ASADA, Vara Blanca, naciente, cloración, programa de control calidad de agua potable.

Índice

Capítulo I. Introducción 1

Antecedentes 1

Problema 2

Justificación 3

Objetivos 3

Objetivo General 3

Objetivos Específicos 4

Capítulo II. Marco Teórico 5

Salud Pública 5

Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable 6

Fuentes de Abastecimiento 7

Línea de Conducción 7

Tanque de Almacenamiento 7

Sistema de Tratamiento 7

Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS) 8

Calidad del Agua Potable 9

Regulación de la Calidad del Agua Potable 9

Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto Ejecutivo N° 38924-S 9

Programa de Control de Calidad del Agua 11

Identificación del Riesgo y Vulnerabilidad 11

Capítulo III. Metodología 13

Tipo de Investigación y Enfoque 13

Sitio de Estudio 13

Fase I. Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de las ASADAS de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca 15

Recopilación de Información 15

Visita al Campo 17

Fase II. Elaboración de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable de las ASADAS de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia 18

Identificación y Descripción de la Zona de las Fuentes de Abastecimiento 18

Elaboración del Croquis o Plano del Acueducto 19

Control del Área de Influencia de las Fuentes de Abastecimiento 19

Identificación del Riesgo y Vulnerabilidad Asociado a las Fuentes de Agua y Tanques de Almacenamiento 20

Fase III. Acciones para una Ejecución Eficaz de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable. 21

Elaboración de Herramientas de Apoyo. 21

Capacitación 22

Comunicación de los Resultados 22

Capítulo IV. Resultados y Discusión 24

Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de las ASADAS de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca 24

Marco legal 24

ASADA de San Rafael de Vara Blanca 25

ASADA Vara Blanca 44

Elaboración de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable de las ASADAS de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia 60

Programa de Control de la Calidad del Agua Potable ASADA de San Rafael de Vara Blanca 60

Programa de Control de la Calidad del Agua Potable ASADA de Vara Blanca 71

Acciones para una Ejecución Eficaz de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable. 82

Herramientas de Apoyo 82

Capacitación 84

Comunicación de los Resultados 84
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones 87
5.1 Conclusiones 87
5.2 Recomendaciones 89
Referencias bibliográficas 91
Apéndices 98
Apéndice 1. Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos 98
Apéndice 2. Lista de chequeo 106
Apéndice 3. Entrevista manejo administrativo en las ASADAS 113
Apéndice 4. Entrevista manejo operativo de las ASADAS 116
Apéndice 5. Guías de inspección SERSA 119
Apéndice 6. Video explicativo ASADAS 144
11. Anexos 145
Anexo 1. Parámetros de Calidad del Agua. 145
Anexo 2. Frecuencia mínima de muestreo y número de muestras a recolectar 151
Anexo 3. Cantidad de análisis según población 153

Índice de tablas

Tabla 1. Métodos más comunes de desinfección de agua 8
Tabla 2. Clasificación del riesgo. 20
Tabla 3. Marco legal aplicable a las ASADAS 24
Tabla 4. Resumen de pruebas fisicoquímicas del año 2018 al 2022 San Rafael 32
Tabla 5. Asignación de puntos CO en ASADA San Rafael 32
Tabla 6. Asignación de puntos N1 en ASADA San Rafael 34
Tabla 7. Recolección de muestras N2, N3 en ASADA San Rafael 34
Tabla 8. Resumen de pruebas fisicoquímicas 2018 al 2022 Vara Blanca 48
Tabla 9. Asignación de puntos CO en ASADA Vara Blanca 50
Tabla 10. Asignación de puntos N1 en ASADA Vara Blanca 50

Tabla 11. Asignación de puntos N2, N3, N4 ASADA Vara Blanca 50
Tabla 12. Establecimientos en Vara Blanca 61
Tabla 13. Datos generales de la ASADA de San Rafael de Vara Blanca 61
Tabla 14. Resumen de riesgos según Fichas SERSA, ASADA San Rafael De Vara Blanca 68
Tabla 15. Recolección de muestras CO en San Rafael de Vara Blanca 69
Tabla 16. Recolección de muestras N1 en San Rafael de Vara Blanca 69
Tabla 17. Recolección de muestras N2, N3 en San Rafael de Vara Blanca 70
Tabla 18. Establecimientos en Vara Blanca 72
Tabla 19. Datos generales ASADA de Vara Blanca 72
Tabla 20. Resumen de riesgos según Fichas SERSA, ASADA Vara Blanca 79
Tabla 21. Recolección de muestras CO en Vara Blanca 80
Tabla 22. Recolección de muestras N1 en Vara Blanca 81
Tabla 23. Recolección de muestras N2, N3 en Vara Blanca 82
Tabla 24. Bitácora mensual de medición para ASADA San Rafael 83
Tabla 25. Bitácora mensual de medición para ASADA Vara Blanca 83

Índice de figuras

Figura 1. Zona de Cobertura 14
Figura 2. Localización de las nacientes y distribución. 15
Figura 3. Comportamiento de cloro residual del muestreo del 4 de mayo del 2018 29
Figura 4. Comportamiento de cloro residual del muestreo del 27 de julio del 2021 31
Figura 5. Comportamiento del pH del muestreo realizado el 2 de junio 2022 32
Figura 6. Oficinas administrativas ASADA San Rafael de Vara Blanca 35
Figura 7. Entrada a finca La Quesera 36
Figura 8. Recorrido a la entrada de la fuente de captación. 37
Figura 9. Entrada a la fuente de captación 37
Figura 10. Naciente San Rafael de Vara Blanca 38
Figura 11. Líneas de conducción 39
Figura 12. División de líneas de conducción (tanque 1) 40
Figura 13. Tanque de almacenamiento (tanque 1) 41
Figura 14. Sistema desinfección, tanque 1 42
Figura 15. Tanque de almacenamiento (tanque 2) 42

Figura 16. Tanques de almacenamiento (tanques 3 y 4) 43
Figura 17. Sistema desinfección (tanque 3 y 4) 44
Figura 18. Tanque de almacenamiento (tanque 5) 44
Figura 19. Comportamiento de cloro residual en el muestreo del 21 de mayo del 2018 48
Figura 20. Oficinas administrativas ASADA Vara Blanca 51
Figura 21. Recorrido hacia la entrada de la fuente de captación 52
Figura 22. Entrada a la fuente de captación 52
Figura 23. Recorrido hacia la captación 53
Figura 24. Captación ASADA Vara Blanca 54
Figura 25. Línea de conducción y distribución 54
Figura 26. Puente de concreto 55
Figura 27. Tanque de almacenamiento (Tanque 1) 56
Figura 28. Sistema de desinfección 56
Figura 29. Tanque de almacenamiento (Tanque 2) 57
Figura 30. Tanque de almacenamiento (Tanque 3) 58
Figura 31. Tanque de almacenamiento (Tanque 4) 59
Figura 32. Plano ASADA San Rafael de Vara Blanca 63
Figura 33. Área de influencia ASADA San Rafael de Vara Blanca 64
Figura 34. Plano ASADA Vara Blanca 74
Figura 35. Área de influencia ASADA de Vara Blanca 75
Figura 36. Comunicación de resultados ASADA San Rafael 85
Figura 37. Comunicación de resultados ASADA Vara Blanca 85

Lista de abreviaturas

AID	Área de Influencia Directa
AII	Área de Influencia Indirecta
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ARS	Área Rectora de Salud
ARSH	Área Rectora De Salud de Heredia
ASADAS	Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales
AYA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
CO	Control Operativo
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
DARS	Dirección Área Rectora de Salud
DPD	Dietil Parafenileno Diamina
DRRSCN	Dirección Regional de Rectoría de la Salud Central Norte
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia Sociedad Anónima
FESP	Funciones Esenciales de la Salud Pública
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IFAM	Instituto de Fomento y Asesoría Municipal
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MINSA	Ministerio de Salud
N1	Nivel Primero
N2	Nivel Segundo
N3	Nivel Tercero

N4	Nivel Cuarto
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PSF	Permiso Sanitario de Funcionamiento
PVC	Policloruro de Vinilo
QGIS	Quantum Sistema de Información Geográfica
SERSA	Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud
SIG	Sistema de Información Geográfica
UNICEF	Fondo de Naciones Unidas para la Infancia

Capítulo I. Introducción

Antecedentes

A nivel internacional, uno de los desafíos más importantes y con mayor demanda es el acceso al agua potable; la falta de gestión, protección y conservación del recurso hídrico ha generado que el abastecimiento total a la población se vea limitado, causando que muchas personas no reciban el recurso del agua para consumo o que no se asegure la potabilidad de ésta.

Según el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2020, 1 de cada 4 personas carecían del acceso al servicio de agua potable segura y utilizan fuentes de aguas contaminadas con heces, esto supone mayor riesgo de enfermedades diarreicas. A raíz de ésta problemática, es importante garantizar el saneamiento en la distribución del recurso del agua para consumo humano a nivel mundial, con el fin de mejorar las condiciones de vida de las personas (OMS y UNICEF, 2021).

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró que el acceso al agua potable y el saneamiento son derechos humanos y en la constitución o legislación de un país debe reconocerse explícitamente, los derechos al acceso al agua y al saneamiento por sí mismos o como parte de otras necesidades, como la educación y los servicios de salud: “para garantizar el mínimo bienestar social y cultural del pueblo” (Waterlex, 2017).

En Costa Rica, el acceso y saneamiento del agua potable se tutela constitucionalmente, contenido en el derecho a la salud y la vida y en diversas leyes del país que regulan cómo gestionar el recurso hídrico para garantizar la calidad de la captación, almacenamiento y distribución. Entre los documentos más importantes a mencionar están: la Ley General de Agua Potable N°1634 emitida en 1953, donde su objetivo es asegurar una mejor gestión del recurso; en 1961, se creó la Ley Constitutiva Instituto Costarricense Acueductos y Alcantarillados, con el fin de crear una institución encargada de gestionar y vigilar los servicios del recurso del agua; en el 2015, se emitió el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N°38924-S, donde comunica que los entes administradores del agua potable son los responsables del control de la calidad del agua que suministran.

Aunque se ha logrado tener un alto porcentaje de saneamiento (95%) en zonas urbanas, en zonas rurales la realidad es otra, ya que hay lugares donde no reciben agua potable. En zonas rurales, el recurso es administrado por Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS), donde se encargan de la operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de acueductos y/o alcantarillados comunales; sin embargo, el difícil acceso a estas zonas por condiciones del terreno, distancia entre casas, la falta de equipo y poca interacción

con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) ha ocasionado que el recurso del agua no se gestione de la mejor manera y no se garantice la calidad del agua en su distribución.

Según Soto-Córdoba et al. (2016), el 71 % de las ASADAS no realiza ningún método de desinfección antes de abastecer del recurso a los habitantes, además se presentan problemas en la operación, administración y distribución del recurso, ocasionando un riesgo en la salud de la población y a la sostenibilidad del servicio.

Problema

En Costa Rica, las ASADAS son el segundo mayor proveedor de agua potable; sin embargo, su desempeño es deficiente. Muchas ASADAS y fuentes de abastecimiento no se administran, de acuerdo con la legislación presentando deficiencias en la operación y mantenimiento, debido a la falta de recursos o conocimiento por parte de los entes operadores. Por ejemplo, se han identificado fallos en la organización, análisis e infraestructura de las ASADAS que impiden un mejor desempeño (Guillén, 2020).

A pesar de la legislación existente, aún hay deficiencias en la regulación, seguimiento y control de la calidad del agua potable que es suministrada a las comunidades. Al no existir una estandarización y registro de estos procesos de control de calidad en las ASADAS no se deja evidencia que respalde las actividades que se están llevando a cabo, teniendo una implicación en el servicio ofrecido, ya que no se puede asegurar la calidad del agua. Al mismo tiempo, esto conlleva a una gestión deficiente.

Las ASADAS de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia brindan el servicio de agua potable a más de 900 personas de la comunidad. Al ser una organización pequeña situada en una zona rural y administrada por personas con pocos conocimientos en la operación del servicio, se están presentado problemas en la gestión y operación del recurso. Además, por la lejanía del lugar, la relación y orientación por parte de las instituciones públicas como el AyA y la Municipalidad de Heredia es limitada.

Otro de los problemas que se presenta en las ASADAS en estudio es que no cuentan con el programa de control de calidad de agua potable que todo ente operador debe reportar al Área Rectora de Salud (ARS), según el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, N° 38924-S imposibilitando la regulación y vigilancia que realiza el Área Rectora de Salud de Heredia (ARSH), por lo que, existe una necesidad urgente de estandarización y control para mejorar la gestión del recurso.

El problema indicado anteriormente es contemplado dentro del presente trabajo final de graduación, donde se desarrollarán las propuestas de los diseños de los programas de control de calidad de agua potable para las ASADAS de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca ubicados en el distrito de Vara Blanca en el cantón Heredia de la provincia de Heredia.

Por último, se analizan aspectos importantes, como los controles internos, funcionamiento del sistema y distribución, zonas de influencia y riesgos asociados, con el propósito de determinar los aspectos en los cuales exista una deficiencia, para proponer mejoras que favorezcan a la organización y que además funcione como guía para los entes operadores.

Justificación

El recurso del agua es vital para que el ser humano pueda sobrevivir y como derecho humano, se debe tener acceso al agua garantizando su calidad y saneamiento para que sean aptos para el consumo. La mejora del abastecimiento, el saneamiento y gestión del agua contribuye al impulso del desarrollo de comunidades y ciudades, fomenta el crecimiento económico y mejora las condiciones de vida de las personas. Por lo que, es importante que toda entidad que se encargue de la prestación de servicios de agua potable garantice el saneamiento, por medio del establecimiento y ejecución de programas de control de calidad (Breña, 2018).

Debido a los problemas comentados anteriormente, sobre las ASADAS surge la necesidad de buscar el fortalecimiento en la gestión del recurso. El trabajo propuesto es importante y pertinente ya que, al realizar los programas de control de calidad de agua de una forma estandarizada, se permite que la ASADA mantenga un mayor control en la operación y vigilancia requerida. Al lograr una adecuada gestión de recurso hídrico se podrá responder de forma oportuna a cualquier contratiempo causado por eventos que afecten el sistema, además de satisfacer las necesidades de la comunidad, en cuanto a la calidad del agua que están consumiendo.

Este estudio beneficiará a los entes operadores, a la comunidad y al ARSH, pues mejora el control de los sistemas de abastecimiento de agua potable y brinda las herramientas necesarias para cumplir lo que indica la legislación nacional. Además, se pretende realizar una serie de actividades como estrategia de implementación, para que los entes operadores puedan continuar con el seguimiento de los controles y reportes que deben ser emitidos al Ministerio de Salud (MINSA) para la vigilancia del recurso.

Objetivos

Objetivo General

Proponer la estandarización de la operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable para el aseguramiento de la calidad del agua mediante procedimientos que permitan el monitoreo y control en las ASADAS de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia, Heredia para el año 2022-2023.

Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico de los sistemas de abastecimiento de agua potable que suministran las ASADAS de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca, mediante la recolección de información primaria y secundaria para la identificación de los factores que inciden en el servicio ofrecido.

2. Mejorar la gestión actual de las ASADAS de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia mediante la elaboración de los programas de control de la calidad del agua potable para la evaluación del sistema de abastecimiento.

3. Generar acciones para una ejecución eficaz de los programas de control de calidad de agua potable mediante una estrategia de implementación.

Capítulo II. Marco Teórico

Salud Pública

Según Winslow (1920), la salud pública es la ciencia enfocada en prevenir las enfermedades, prolongar la vida y fomentar la salud por medio de las acciones en conjunto de la comunidad, con el fin de lograr el saneamiento y un nivel de vida adecuado para mantener la salud humana. La responsabilidad de salud pública se relaciona directamente con la concepción epidemiológica, con el fin de alcanzar el bienestar de la sociedad, independientemente de su condición social de manera que, el Estado y la sociedad civil trabajen en conjunto.

Por lo tanto, la salud pública mantiene una estrecha relación con la gestión del recurso hídrico. Cuando se presentan condiciones de contaminación, el agua es un factor que facilita la transmisión de enfermedades mediante organismos patógenos y sustancias tóxicas que ocasionan afectaciones a la salud.

La OPS y OMS establece 11 funciones esenciales de la salud pública (FESP) que se deben considerar para los países de América, las cuales se establecen mediante un modelo integrado:

- Vigilancia de la salud pública, investigación y control de riesgos y daños.
- Regulación y Fiscalización de la Salud Pública.
- Evaluación y promoción del acceso equitativo a los servicios de salud necesarios.
- La investigación en Salud Pública.
- Formulación de políticas y capacidad institucional en cumplimiento de las normas relacionadas a la salud pública (Organización Panamericana de la Salud, 2020).

En Costa Rica, la administración de la salud por el Estado se gestiona mediante 3 entidades que se encargan de vigilar la salud pública mediante el cumplimiento de las normas, parámetros, la administración y operación de los sistemas de agua potable y saneamiento, con el fin de que la calidad y cantidad sean tomados como necesidades fundamentales para la vida humana y se ajusten a las normas del país.

Dichas entidades corresponden al AyA, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y MINSA (AyA, 2016).

El AyA es el ente rector delegado de gestionar y vigilar los servicios del recurso del agua, establece que los únicos encargados de prestar el agua potable como un servicio público son propiamente el AyA, ASADAS, Empresa de Servicios Públicos de Heredia Sociedad Anónima (ESPH S.A) y Municipalidades.

Cada una debe apegarse a las directrices técnicas de construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable (Ley Constitutiva Instituto Costarricense Acueductos y Alcantarillados, 1961).

Según el AyA (s.f.), toda entidad que brinde un servicio público debe garantizar los siguientes principios:

Calidad: Se debe garantizar el grado de satisfacción del servicio, así como la gestión y eficiencia.

Cobertura: Se debe asegurar que el recurso del agua llegue a las personas sin restricciones.

Cantidad: Es necesario garantizar que el suministro del agua sea suficiente para cumplir con las necesidades básicas de las personas.

Costo: Este se calcula en función a los precios de los insumos. La obtención y distribución implica un costo.

Continuidad: Se debe cumplir la oferta de todo el servicio público en donde se garantice la prestación sin interrupciones y el servicio solamente puede ser suspendido en casos de daños técnicos o averías.

Cultura hídrica: es obligación del individuo o sociedad aprovechar el recurso de una manera sostenible, conociendo su importancia.

Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

Un sistema de abastecimiento es una obra que se compone por las fuentes de agua, infraestructura y equipamiento para su captación, potabilización y distribución, con el objetivo de garantizar que la calidad del agua a gestionar sea la óptima para el consumo humano. Además de los componentes físicos, también existen componentes administrativos para asegurar el servicio eficaz (Cárdenas y Patiño, 2010).

Es necesario que un sistema de abastecimiento logre la cantidad y calidad adecuada para satisfacer las necesidades de las personas, al contar con los siguientes componentes: las fuentes de abastecimiento, las obras de captación, líneas de conducción, tanque de almacenamiento, desinfección, red de distribución y mecanismo de control, de manera que se garantice el correcto funcionamiento del sistema (AyA, 2021).

Los entes operadores que se encargan de gestionar el agua como las ASADAS deben asegurar que todos los componentes del sistema de abastecimiento estén en óptimas condiciones y funcionando correctamente, para proveer agua potable a la población.

Fuentes de Abastecimiento

Constituyen el principal elemento en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y se identifican de acuerdo con la forma de aprovechamiento.

Spellman (2004, como se citó en Montero y Moreno, 2018) menciona que, las fuentes de abastecimiento para un acueducto pueden ser de aguas superficiales o de aguas subterráneas. Las aguas superficiales son aquellas que se captan de ríos, nacientes, lagos, entre otros; mientras que las aguas subterráneas son aquellas que se captan de pozos o se encuentran bajo la corteza terrestre.

Obra de captación

Son las obras civiles y equipos electromecánicos que se necesitan para reunir y disponer adecuadamente, del agua superficial o subterránea, pues dependiendo del tipo de fuente algunos componentes pueden variar, al igual que sus mecanismos (Martínez, 2021).

Línea de Conducción

En el país, los sistemas de abastecimiento están diseñados mediante dos tipos: el sistema de bombeo que utiliza bombas, con el fin de elevar el agua hasta la zona que abastece, estas bombas impulsan el agua hacia los tanques de almacenamiento. El segundo es el sistema por gravedad, donde la fuente de captación se encuentra más alta que la comunidad, por lo que, el agua es transportada por gravedad hasta los tanques de almacenamiento (Prudencio, 2015).

Tanque de Almacenamiento

Son diseñados para regular el equilibrio mediante el almacenamiento del agua suministrada a los usuarios, ya que el consumo puede no ser constante por temporadas o también regular la presión adecuada en el sistema para un servicio eficiente (Pérez, s.f.).

Los tanques de almacenamiento deben tener al menos la capacidad para compensar la demanda, combatir incendios y reserva por interrupciones. Cuando se tiene una población inferior a los 5.000 habitantes, como es el caso de la zona en estudio, no requiere considerar el caudal de incendios (AyA, 2021).

Sistema de Tratamiento

Todo acueducto debe asegurar que el agua sea de consumo humano mediante un método de desinfección, con el fin de destruir los agentes patógenos que puedan existir en el cuerpo de agua y lograr la eliminación de microorganismos utilizando reactivos químicos como el cloro.

La desinfección elimina la mayoría de los microorganismos, para que el agua de consumo evite dañar la salud de las personas. En la tabla 1 se observan los métodos físicos y químicos más

comunes de desinfección, además los métodos de desinfección deben utilizarse tanto para las aguas superficiales como las subterráneas, ya que la mayoría se pueden ver expuestas a contaminaciones fecales (OMS, 2018).

Tabla 1.

Métodos más comunes de desinfección de agua

Físicos	Químicos
Ultrafiltración	Cloro
Ultrasonido	Yodo
Osmosis inversa	Permanganato de potasio
Electroforético	Bromo
Ebullición	Ozono
Congelación	Peróxido de Hidrógeno
Radiación ionizante	Plata

Nota: Organización Panamericana de la Salud (2007).

El cloro es el sistema de desinfección más usado por su accesibilidad y alta capacidad de destrucción de microorganismos, utilizando equipos sencillos y eficaces.

Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS)

Las ASADAS surgen por un acuerdo voluntario entre varios integrantes de la comunidad que comparten conocimientos y actividades para administrar un sistema de abastecimiento de agua en conjunto con el AyA.

Son los órganos locales constituidos como asociaciones que administran, operan, dan mantenimiento y distribuyen el recurso del agua, además se rigen bajo el Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales, decreto ejecutivo No 32529-S.

Las ASADAS deben estar compuesta por al menos 5 miembros, entre ellos: un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, vocal y fiscal (Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS), 2005).

Muchas veces, el AYA y las municipalidades no tienen la capacidad administrativa o financiera de llevar el control y seguimiento de la operación de las fuentes de abastecimiento y la distribución, por lo que, AYA ha delegado parte de sus actividades a las ASADAS (Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS), 2005).

Entre las obligaciones de una Asociación Administradora existen:

- Velar por los recursos y por la construcción, administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas.
- Conservación y aprovechamiento racional del recurso.
- Vigilancia y control de la contaminación o alteración.
- Gestión racional de los recursos financieros y seguimiento de trámites en la gestión administrativa financiera (tarifas, presupuestos) (Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS), 2005).

Calidad del Agua Potable

La calidad del agua se relaciona directamente con la salud de las personas que la consumen, por lo que, se deben tener controles estrictos antes de la distribución, además es necesario garantizar las propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas para no causar daños a la salud (Jiménez, s.f.).

En el agua se encuentran organismos vivos, compuestos orgánicos e inorgánicos que pueden estar presentes en forma de sólidos o disueltos. Estos componentes tienen el potencial de ocasionar daños o enfermedades a la persona que consuma este recurso. La calidad del agua se refiere a aquella que es segura para el consumo humano y puede utilizarse en actividades cotidianas de tipo doméstico, para deporte y ocio, uso industrial, uso agrícola y en la ganadería (Torres et al., 2009).

La persona afectada puede desarrollar síntomas como vómito y diarrea al consumir agua que se encuentra contaminada por virus y bacterias, causado por una mala gestión del recurso.

El Reglamento para la Calidad del Agua Potable, decreto N°38924-S comunica que los entes administradores del agua potable son los responsables del control de la calidad del agua que suministran y delega al MINSA la obligación de garantizar la protección y el mejoramiento del estado de la salud de la población (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Regulación de la Calidad del Agua Potable

Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto Ejecutivo N° 38924-S

El objetivo principal del Reglamento para la Calidad del Agua Potable, N° 38924-S es establecer los controles de vigilancia que se deben tener al administrar el recurso del agua, controlar las características del agua, mantener la conservación de los sistemas de abastecimiento de agua y realizar los muestreos solicitados. Con el fin de que no se presente un riesgo en la salud de la población (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

En este reglamento se indican los niveles de control, parámetros de análisis y la frecuencia de muestreo que todo ente operador debe realizar, además la frecuencia varía según el número de

habitantes abastecidos. Por otro lado, el MINSA puede solicitar otro tipo de control que no se realiza regularmente por la ASADA, ya sea por comportamientos anormales de sistema o emergencias por afectaciones a la salud o contaminación del recurso.

Parámetros de la Calidad del Agua. Los parámetros definen las características que debe presentar el agua para la aceptabilidad del consumo y se encuentran determinados por varios parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Los parámetros físicos que se encuentran regulados por la legislación son: color, olor, sabor, temperatura, turbiedad, cloro residual y conductividad. En los parámetros químicos se encuentran: pH, fósforo, nitrógeno, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza, hierro, amonio, arsénico, plaguicidas y sustancias orgánicas. En cuanto a los parámetros microbiólogos se analiza: los coliformes totales, coliformes fecales, Escherichia coli (E. coli) (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

El reglamento establece los límites máximos permisibles y valores de alerta de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, con el fin de garantizar la inocuidad del recurso. Dichos parámetros se agrupan dentro de un control periódico que deben realizar los entes operadores, en todos los controles se debe realizar el monitoreo en los diferentes componentes del sistema de abastecimiento. Los niveles son:

Control operativo (CO). Este control debe ser realizado por todos los entes operadores para asegurar los parámetros básicos de control asegurando la calidad del agua. Los parámetros, valores de alerta y máximos admisibles se indican en la tabla 1.1. del anexo 1. La frecuencia y número de análisis se indican en la tabla 2.1. del anexo 2. Todos los entes operadores deben contar con un equipo básico para el monitoreo del sistema de abastecimiento, todos los datos de este primer control se deben registrar en una bitácora (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Nivel primero (N1). Control básico donde se evalúa la operación y mantenimiento en los componentes del sistema. Los parámetros, valores de alerta y máximos admisibles se indican en la tabla 1.2. del anexo 1. La frecuencia y número de análisis se indican en la tabla 2.2. del anexo 2.

Nivel segundo (N2). Es un programa ampliado y se analizan las variaciones de la calidad del agua. Los parámetros, valores de alerta y máximos admisibles se indican en la tabla 1.3. del anexo 1. La frecuencia y número de análisis se indican en la tabla 2.3. del anexo 2.

Nivel tercero (N3). Es un control avanzado, donde se comprende los parámetros del N2 ampliados. Los parámetros, valores de alerta y máximos admisibles se indican en la tabla 1.4. del anexo 1. La frecuencia y número de análisis se indican en la tabla 2.3. del anexo 2.

Nivel cuarto (N4). Son programas ocasionales por situaciones de emergencia o identificación de riesgo inminente o controles específicos indicados por el MINSA. Los parámetros, valores de alerta y máximos admisibles se indican en la tabla 1.5. del anexo 1 (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Todos los análisis deben ser realizados por un laboratorio que cuente con el permiso sanitario de funcionamiento (PSF) y los reportes de la calidad del agua deben ir firmados y sellados por un miembro del Colegio de Químicos de Costa Rica. Además, deben reportarse las fechas de recolección de muestra, recepción y elaboración del informe al momento de ser reportados al MINSA (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Programa de Control de Calidad del Agua

De acuerdo al Reglamento para la calidad del agua potable (2015) es necesario que todo operador cuente con un programa de control de la calidad del agua, el cual debe tener implementado y actualizado, con el fin de ser presentado ante el MINSA. Los programas de control de calidad deben contener la siguiente información:

- Disponer de un croquis o plano del acueducto.
- Identificación y descripción de la zona donde se ubican las fuentes de abastecimiento.
- Control del área de influencia de las fuentes de abastecimiento.
- Identificación del riesgo y vulnerabilidad asociado a las fuentes de agua y tanques de almacenamiento.
- Frecuencia de recolección de muestras.
- Puntos de recolección de muestra.

Identificación del Riesgo y Vulnerabilidad

Para la identificación del riesgo existe la guía del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA), la cual por medio de un diagnóstico de la infraestructura identifica los factores de riesgos que puedan existir en un sistema de abasteciendo de agua potable (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

En la guía se desarrolla una metodología de 10 preguntas de selección SÍ O NO verificando los componentes del sistema de abastecimiento. Además, establece una clasificación estandarizada para los tipos de riesgo y a partir de la sumatoria de los SÍ que se obtiene en la inspección, se indican las acciones a seguir para disminuir los factores de riesgo.

Según se establece en la guía SERSA, los diagnósticos de inspección se realizan en 3 componentes del sistema de abastecimiento: las fuentes, los tanques de almacenamiento y en las líneas de conducción. La guía se puede observar en el apéndice 4.

Esta guía establece una clasificación del riesgo por colores, en donde cada color representa el riesgo, el cual depende de la cantidad de "SÍ" de la inspección: Azul: Riesgo nulo; Celeste: Riesgo bajo; Verde: Riesgo intermedio; Amarillo: Riesgo alto y Rojo: Riesgo muy alto

Dependiendo de la clasificación obtenida en la aplicación de la guía SERSA, el reglamento para la Calidad de Agua Potable (apéndice 4) propone diferentes acciones para disminuir el riesgo y estas acciones van a depender del componente del sistema afectado.

Capítulo III. Metodología

Tipo de Investigación y Enfoque

Este proyecto tiene un enfoque mixto, ya que se realizó una recopilación y análisis de la información, tanto de forma cualitativa como cuantitativa. Se realizó una revisión de la información primaria, consultada a los diferentes actores sociales y obtenidos en las giras de campo.

Con respecto al tipo de estudio, este corresponde al diseño descriptivo y explicativo, según Hernández et al. (2014) se describen las características del fenómeno de estudio, en este caso se realizó una descripción del estado actual del sistema desde los sitios de las nacientes, tanques de almacenamiento, redes de conducción, distribución del agua y conocer los riesgos a los que se enfrentan los sistemas de abastecimiento y sus respectivas administraciones.

Además, se desarrollaron herramientas de manejo de información, con el fin de elaborar los programas de control de la calidad del agua potable de las dos ASADAS. Al mismo tiempo es explicativo, ya que se buscó entender el funcionamiento del sistema a lo que Hernández et al., (2014) menciona que estos establecen las causas de los sucesos.

Se utilizaron los datos de los análisis fisicoquímicos anteriores y las frecuencias de los muestreos que los entes operadores han informado al MINSA en los reportes operacionales. Mediante el trabajo de campo se realizó un levantamiento de información y se analizaron las características encontradas en el sitio, el diseño del sistema, sus áreas de influencia, así como la aplicación de cuestionarios de preguntas mixtas, las cuales se realizaron al fontanero y junta administrativa.

Por último, se presentó una estrategia de implementación comunicando al mismo tiempo, los resultados y las herramientas realizadas en el proyecto. Además, se realizó una serie de actividades, con el fin de orientar a la junta administrativa, fontanero y encargados de cómo continuar con el seguimiento del programa de calidad del agua.

Sitio de Estudio

La investigación se centra en los poblados de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca, quinto distrito del cantón de Heredia, creado mediante Decreto N. 1819-G del 5 de julio de 1971 y cuenta con los poblados de Jesús María, Legua, Legua de Barva, Vara Blanca, Montaña Azul, San Rafael y Virgen del Socorro, los cuales se encuentran contemplados en el mapa de cobertura de la figura 1 (División Territorial Administrativa de la República, 2017).

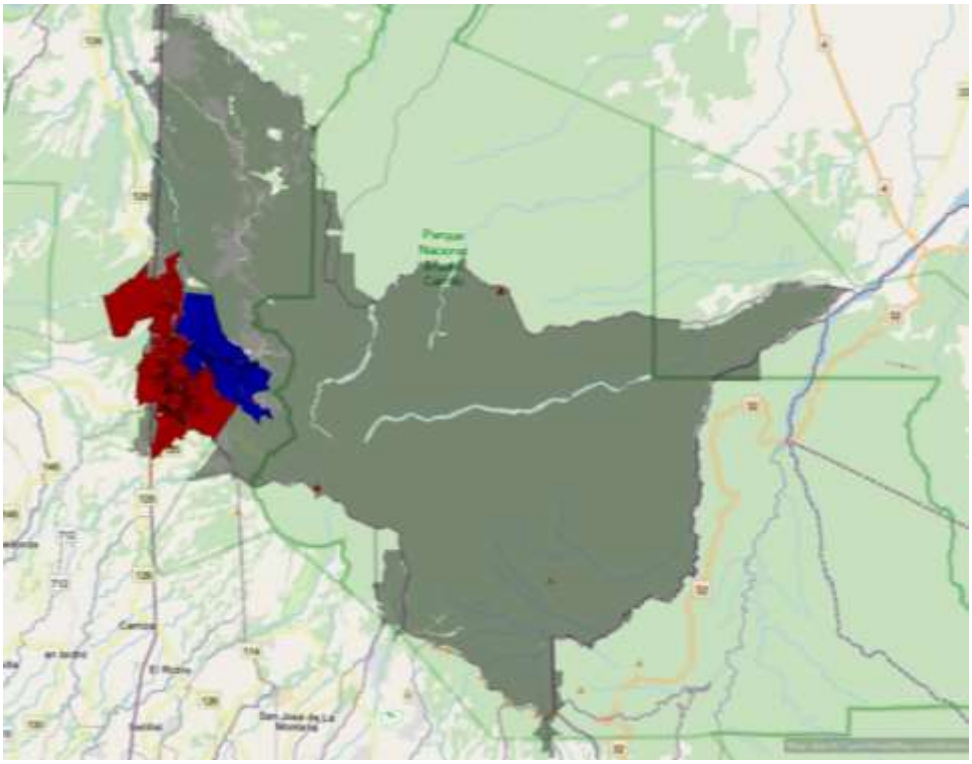
Vara Blanca se localiza a 30 km al norte de la ciudad de Heredia y posee un área de 258,05 km^2. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2012) mediante el Censo realizado

en el año 2011, Vara Blanca cuenta con una población de 700 habitantes de los cuales, 380 son hombres y 320 son mujeres.

El distrito de Vara Blanca se compone principalmente de fincas ganaderas, fincas agrícolas, pequeños comercios y en menor cantidad zonas habitacionales; las principales actividades realizadas son la agrícola, agricultura y ganadería.

Figura 1.

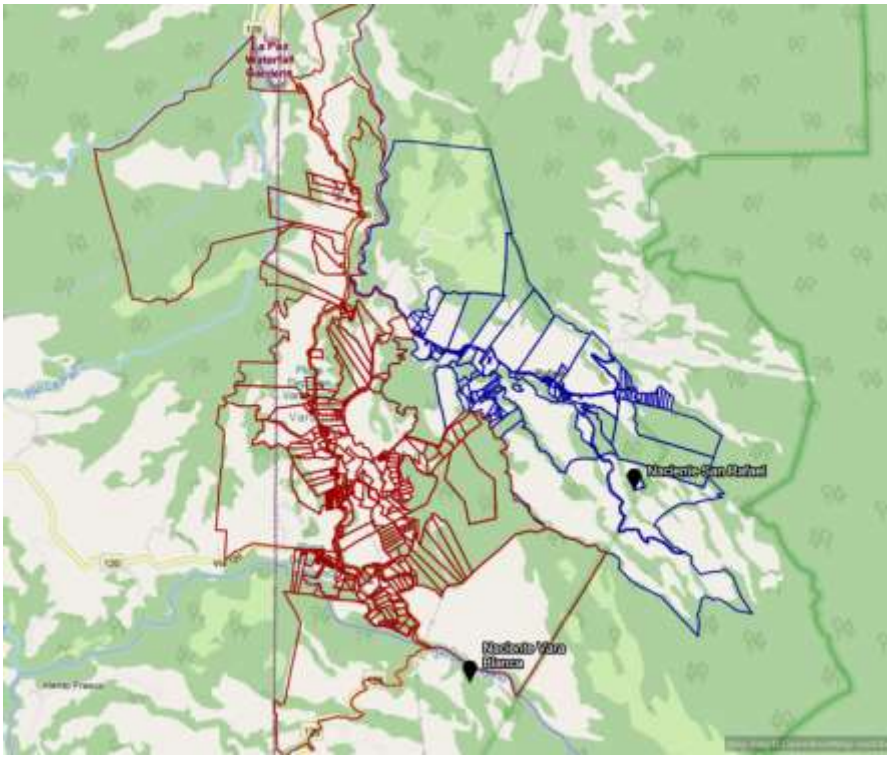
Zona de Cobertura



Se realizaron los programas de control de calidad del agua de las dos ASADAS: la Asociación administradora del Acueducto Vara Blanca (color rojo) y la Asociación Administradora del Acueducto San Rafael de Vara Blanca (color azul). Ambas están constituidas de forma independiente y se crearon bajo el Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales, No 37169-S.

Figura 2.

Localización de las nacientes y distribución.



- **ASADA Vara Blanca (rojo):** El acueducto de esta comunidad se abastece de una naciente, el Desengaño. Se encuentra ubicada en la finca la Georgina, donde funciona una lechería.
- **ASADA San Rafael de Vara Blanca (azul):** Esta ASADA sólo cuenta con una naciente llamada Doña Blanca, se ubica en la Finca la Quesera. En el año 2012, la ASADA logró adquirir este terreno.

Fase I. Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de las ASADAS de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca

Recopilación de Información

La recopilación de información bibliográfica se hizo mediante una revisión detallada de la normativa vigente aplicable a las ASADAS, dentro de las que se puede mencionar el Reglamento de la Calidad del Agua, el Reglamento de ASADAS, Ley Forestal y Ley General del Agua Potable, además se identificaron las obligaciones de los entes operadores, en cuanto a la parte administrativa, técnica, operativa y de infraestructura. Esta información se tabuló para identificar detalladamente, los requisitos que deben cumplir los entes operadores (ASADAS).

La información secundaria se tomó de los expedientes de cada ASADA del ARSH en los cuales, se registra la información de reportes operacionales, resultados de análisis fisicoquímicos realizados en los últimos 5 años (2018-2022), los PSF y órdenes sanitarias emitidas. Además, se coordinó con la Administración y las Juntas Directivas de las ASADAS para obtener acceso a documentos como informes históricos, estudios previos, personería jurídica e informes administrativos y conocer el funcionamiento del sistema de abastecimiento y su historial.

Por otra parte, se contactó a la Dirección de Agua del MINAE, la cual se encarga de brindar toda la información sobre los trámites de concesiones a las ASADAS, con el fin de verificar que dicha información se encuentre actualizada y conocer toda la parte legal y técnica de cada ASADA.

Esta información se analizó mediante herramientas como Word y Excel tabulando los datos recopilados y describiendo los principales hallazgos. Se solicitó la información a los entes operadores sobre la frecuencia y puntos de recolección de muestras que realizan en los análisis del CO y el N1 verificando que, efectivamente se cumpla lo establecido en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

Para recolectar parte de la información primaria se realizaron entrevistas no estructuradas a los gestores del ARSH, donde se consultaron los temas relacionados a los problemas o deficiencias que presentan las ASADAS, cuál ha sido el acercamiento que se ha tenido entre la ASADA y el MINSA y últimas actividades realizadas por el ARSH, con el fin de conocer las condiciones administrativas y técnicas en que se encuentran las ASADAS y la problemática en temas de calidad de agua potable que enfrentan. Al mismo tiempo se elaboró una lista de chequeo mediante la información recopilada, que se aplicó en las visitas de campo y se hizo una revisión detallada de los sistemas de abastecimiento de agua potable de cada ASADA.

También, se realizaron dos entrevistas semi estructuradas en cada ASADA (apéndice 3 y 4), una aplicada al fontanero para conocer y detallar el manejo operativo que se le da al sistema de distribución y las condiciones actuales; la otra entrevista fue aplicada a cada presidente de la junta directiva de cada ASADA conociendo de esta forma, el funcionamiento, los problemas y situaciones relacionados al tema de calidad de agua potable que tienen.

Se hicieron preguntas sobre la antigüedad de los componentes, el volumen de los tanques de almacenamiento, los procesos de tratamiento aplicado, las fallas, eventos ambientales que se han presentado y comprometido el sistema de abastecimiento y los cambios tanto en el sistema como en la gestión administrativa.

Las entrevistas que se utilizaron en esta etapa fueron construidas y posteriormente, se validaron al ser aplicadas a una persona que conozca del tema, esto se realizó previamente, con el fin

de detectar cualquier mejora a la herramienta. Todas las entrevistas se tabularon en Excel y fueron analizadas, asociándolas a la información previamente recolectada y se discutieron los datos relevantes.

Visita al Campo

Se realizaron 3 visitas en cada ASADA con los responsables se recorrió todo el sistema de abastecimiento en conjunto con el fontanero, durante este recorrido se aplicaron dos herramientas. La primera fue la aplicación de la guía SERSA (apéndice 4), donde solicita una revisión de las características técnicas del sistema de abastecimiento como población abastecida, número de fuentes de agua, número de captaciones, mecanismo de abastecimiento, entre otros.

Además, se realizó un diagnóstico de la infraestructura del sistema y administración, por medio de 10 preguntas por cada componente (toma de agua, tanques de almacenamiento, líneas de conducción y sistema de distribución), las cuales están relacionadas las condiciones de seguridad de la infraestructura y de la operación; esto sirvió para luego, realizar la evaluación de los riesgos y vulnerabilidad en cada componente del sistema de la fase II.

La segunda herramienta fue una segunda lista de chequeo (apéndice 2) elaborada tomando como guía, el Reglamento de la Calidad del Agua Potable y el Formulario Unificado de Información sobre Organizaciones Comunales Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento del AYA (AyA, 2018) se aplicó para conocer el estado actual de las ASADAS. La lista permitió hacer una evaluación más profunda de la infraestructura y la gestión que se realizan para proveer a la comunidad de agua potable. Se verificaron las condiciones estructurales, físicas y sanitarias de los elementos de la infraestructura del sistema como, por ejemplo, número de las obras de captación, de los tanques de almacenamiento, las líneas de conducción y distribución, como también las dimensiones de las tuberías y su recorrido.

El tipo de sistema que se utiliza para la distribución, el comportamiento y condiciones del agua, de las líneas de conducción, válvulas y red de distribución, el volumen y material de los tanques de almacenamiento y tuberías como también, el funcionamiento del sistema de cloración aplicado.

Además, se verificó el mantenimiento del sistema en las fuentes, válvulas, tanques, equipo de desinfección y tuberías; se levantó la información del recorrido y condiciones del sistema hasta sus abonados. Por último, se identificaron las actividades del uso de suelo, las características de la flora y fauna, si existen amenazas asociadas a las fuentes de abastecimiento como, por ejemplo, inundaciones, derrumbes, movimientos sísmicos o contaminación.

Se levantó la información de las condiciones del sitio de captación y alrededores, por ejemplo, si se encuentra en una zona protegida o zona de bosque, condiciones de acceso a la fuente, si se tiene servidumbre de acceso, terrenos que garanticen la protección de la fuente y presencia de fuentes de contaminación. Se recolectó evidencia fotográfica, con el fin de hacer una mejor descripción de los hallazgos encontrados.

Para el apartado de frecuencia de recolección de muestras y puntos de recolección de muestras, se definieron los puntos en donde se recolectarán las muestras para los análisis de CO, N1, N2 y N3, los cuales se ubicaron en mediante GPS para su ubicación en el mapa.

Los puntos se definieron de forma que sean representativos tomando en cuenta, muestrear la fuente, los tanques de almacenamiento y la red de distribución. Además, se indicó el período en el que se deben realizar los análisis y el nivel establecido, según lo que se indica en el reglamento. Esto quedará establecido en el Programa de Control de la Calidad del Agua y cada cuanto la ASADA debe actualizar la información.

Se revisaron los equipos de medición y bitácoras que se están llevando para el CO realizado en la ASADA. Con la información recolectada se evaluó y analizó el estado actual del acueducto contra los requisitos que se solicitan en la normativa nacional referente al tema.

Fase II. Elaboración de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable de las ASADAS de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia

Se elaboró un procedimiento que permita contemplar todos los requisitos que se establecen en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable para cada programa de control de calidad de agua.

Identificación y Descripción de la Zona de las Fuentes de Abastecimiento

Mediante la información recolectada en trabajo de campo e información suministrada por las entidades como Municipalidad de Heredia, la junta administrativa de la ASADA y mediante los documentos consultados por la página del Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica (Inder) sobre las condiciones de la actividad del territorio de Vara Blanca, además se realizó un apartado con la identificación y descripción detallada de la zona de las fuentes de abastecimiento.

Se describió la locación exacta de las fuentes de abastecimiento junto con sus coordenadas, la cantidad de fuentes, tipo de fuentes, componentes, infraestructura y vida útil, además se consultó por el número de abonados y el área de cobertura de la red de abastecimiento y lugares abastecidos por el sistema.

Por otro lado, se realizó una caracterización del uso de suelo, vegetación (zonas de vida), clima, temperatura, precipitación y geomorfología con la información tomada de fuentes primarias y

secundarias, por medio de la información tomada de los estudios realizados por el INEC y el MINSA se realizó una descripción socioeconómica para conocer las actividades realizadas dentro de la zona.

Elaboración del Croquis o Plano del Acueducto

Se realizó un recorrido de todo el sistema de abastecimiento como lugares de influencia, mediante una georreferenciación y análisis espacial, por medio de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Se tomaron las coordenadas e información geográfica de los principales puntos del acueducto, componentes y su red de distribución, además se identificaron los sitios más representativos de cada comunidad como, por ejemplo: las iglesias, escuelas, instituciones públicas y comercios.

Al obtener los datos de las coordenadas geográficas de cada punto estudiado y otra información recolectada se realizó el sistema de información geográfica (SIG) por el programa QGIS, se elaboraron los planos que muestran los respectivos puntos de interés y el diseño de toda la red de distribución. Este plano se incluyó en el programa de control de calidad del agua de cada ASADA, además se comunicó cada cuánto debe ser actualizado el croquis o plano.

Control del Área de Influencia de las Fuentes de Abastecimiento

Se identificó el área de influencia directa que corresponde al área en la cual se pueden manifestar los impactos directos y la indirecta, en la cual se pueden presentar posibles impactos secundarios. Se evaluaron los puntos en los cuales se necesitan acciones de seguimiento y monitoreo, con el fin de controlar los eventos que perjudiquen las áreas y evitar que causen gran impacto al medio. Al determinar el área de influencia se determinaron las medidas correctivas para minimizar o eliminar los peligros.

Para determinar el control del área de influencia se propusieron una serie de medidas, con el fin de proteger las fuentes de agua, el área de drenaje y zona de descarga, además se les indicó el monitoreo que deben realizar, dependiendo actividades realizadas cerca de la zona en las cuales, se vea influenciados los cuerpos de agua.

Como referencia se tomó la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia, esta guía establece los componentes de las áreas de influencia en grupos e identifica los que se encuentran potencialmente afectados en cada etapa de las actividades realizadas en la zona. Entre los componentes valorados están: el medio biótico, abiótico y socioeconómico (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), 2018).

Con la información recolectada en el recorrido de la zona y suministrada por MINSA y Municipalidad de Heredia se enlistaron las actividades socioeconómicas del área de influencia que

requieren uso del recurso natural, como industria, ganadería, agricultura, entre otros, donde se conoció la generación de desechos que pueden impactar de forma directa o indirecta, la zona de estudio, tales como plaguicidas u otro residuo peligroso, los cuales se terminan incorporando a los cuerpos de agua y suelos.

También, se les consultó a los encargados de las ASADAS sobre los eventos que hayan comprometido directa o indirectamente los cuerpos de agua por influencia natural, como desastres naturales o por influencia humana. Por último, se documentó toda la información relevante para elaborar el apartado y enlistaron todas aquellas inconsistencias que puedan poner en riesgo, las fuentes y las posibles acciones que deben considerar las ASADAS para resguardar las áreas de influencia y tener control sobre estas.

Identificación del Riesgo y Vulnerabilidad Asociado a las Fuentes de Agua y Tanques de Almacenamiento

Para la identificación del riesgo y vulnerabilidad asociada se realizó utilizando la información recolectada en la guía del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA), se hizo una sumatoria de las preguntas que resultaron en "SÍ" y una vez cuantificada, se determinó la clasificación del riesgo.

Se verificaron las respuestas de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento (fuentes de abastecimiento, tanques de almacenamiento, líneas de conducción y sistema de distribución); se estableció una clasificación estandarizada para los tipos de riesgo, a partir de la sumatoria de los SÍ que se obtiene en la inspección y se indicaron las acciones a seguir para disminuir los factores de riesgo en conjunto con el MINSA.

La tabla 2 describe la clasificación del riesgo por componente, según la ponderación obtenida en la evaluación.

Tabla 2.

Clasificación del riesgo

Número de respuestas "SÍ"	Clasificación de riesgo	Código de colores
0	Riesgo Nulo	**AZUL**
1 – 2	Riego Bajo	**CELESTE**
3 – 4	Riesgo Intermedio	**VERDE**
5 – 7	Riesgo Alto	**AMARILLO**
8 – 10	Riesgo Muy Alto	**ROJO**

Nota: Reglamento para la Calidad del Agua Potable (2015).

Al obtener la clasificación, las guías incluyen las acciones para disminuir los riesgos de acuerdo con el factor de riesgo identificado. Para las fuentes de abastecimiento, las preguntas se basan en las características de la captación de agua donde se toman en cuenta, condiciones del lugar, infraestructura, contaminación y mantenimiento. Las acciones por incumplimientos son: una orden sanitaria, planes de acciones correctivas y emergencia, de acuerdo con las situaciones encontradas con un plazo de un mes (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

En el caso de los tanques de abastecimiento, las preguntas se relacionan con deterioro de la infraestructura y mantenimiento del lugar. Las acciones correctivas incluyen: mejoras con un plazo de un mes, en los riesgos intermedio y alto requiere acciones que elimine los riesgos en coordinación con Nivel Central y Regional, el riesgo muy alto incluye orden sanitaria y convocatoria urgente de los interesados (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

En las líneas de conducción y red de distribución, las preguntas se relacionan con el mantenimiento y deterioro de la infraestructura. Las acciones a disminuir los factores de riesgo son: un plan de acción, orden sanitaria y plan de emergencia con plazo de 5 días; en el caso de riesgo muy alto se gira orden sanitaria y convocatoria de los involucrados con un plazo de 1 mes (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Por medio de un taller se le presentaron las acciones a la junta directiva y en conjunto se realizó una priorización y se estableció el orden en el que se van a ir ejecutando y cómo se le va a dar seguimiento. En el procedimiento se establece cada cuanto, la ASADA debe hacer estas inspecciones del sistema y los pasos que deben seguir para hacer la actualización de los riesgos.

Fase III. Acciones para una Ejecución Eficaz de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable.

En conjunto con la Junta Directiva de cada ASADA se plantearon 3 actividades que permitieron diseñar una estrategia ágil de implementación, con el fin de promover y ayudar a las ASADAS a continuar con el seguimiento para la ejecución eficaz, garantizando la calidad del agua.

Elaboración de Herramientas de Apoyo.

Debido a las debilidades que se han presentado en las ASADAS en estudio, comunicadas por el ARSH y aquellas que se identificaron al realizar el diagnóstico de cada una de ellas como, por ejemplo, la inexistencia del registro de información, falta de equipo y poco conocimiento en la operación; se diseñaron 2 herramientas que sirvan como apoyo, dependiendo de las condiciones de la junta administrativa y operadores y la estandarización de las dos ASADAS.

La primera herramienta es un documento elaborado por medio del programa Excel, el cual tiene la facilidad de imprimirse y ser utilizado para registrar toda la información solicitada para controles y seguimientos. En el documento se incluyeron los parámetros de aceptabilidad, con el fin de que los operadores tengan una guía y puedan comprender que los análisis realizados estén dentro del rango aceptable, además se les anotó cuáles pruebas deben realizar, de acuerdo con el CO, la frecuencia y el número de muestras que deben ser tomadas, según lo dicta el Reglamento de Calidad del Agua Potable.

La segunda herramienta es un video explicativo, el cual se le brindó a cada ASADA que sirve como ayuda y explica detalladamente, los procedimientos a seguir para ejecutar y mantener actualizados los programas de control de calidad del agua; en el video se incluyeron todos los apartados necesarios para ejecutar el programa de control junto con las actividades a realizar, con el fin de que sirvan como medio de comunicación y capacitación para las nuevas personas que ingresen en la administración y para motivar a los involucrados a buscar la mejora continua y seguimiento.

Capacitación

Se impartió una inducción a los operadores por medio de una presentación por el programa Power Point y otras herramientas sobre la selección y manejo del equipo, la debida recolección de muestras, una explicación del CO que deben realizar y sus análisis, además de la frecuencia de recolección y lugares en los cuales, deben tomar las muestras de agua, el debido llenado de información (bitácora) con la nueva herramienta diseñada y acciones a tomar en cuenta para mejorar la operación de los sistemas. Por último, se utilizó una lista de asistencia junto con los temas conversados que permitieron evidenciar las personas que estuvieron participando.

Comunicación de los Resultados

En primer lugar, se realizó una identificación de los actores sociales relevantes a los que se les comunicó la información generada, a partir de la realización de este trabajo final de graduación. Tomando en cuenta la administración de las ASADAS, MINSA, Municipalidad de Heredia y comunidad.

Posteriormente, se les convocó a una sesión en donde se les presentó los resultados obtenidos, así como los diferentes hallazgos encontrados y las recomendaciones que permitirán colaborar en la operación y administración de la ASADA. En este espacio se compartieron las diferentes herramientas elaboradas que permitirán la estandarización del proceso de control de calidad del agua y se aclararon dudas que surgieron.

Además, se comunicaron las diferentes actividades que se deben llevar a cabo en el Programa de Control para la Calidad del Agua, el responsable de ejecutarlas, los recursos necesarios y el período en el que se deben implementar.

Capítulo IV. Resultados y Discusión

Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de las ASADAS de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca

Marco legal

Mediante la recopilación de información bibliográfica se realizó una revisión detallada de la normativa vigente aplicable a las ASADAS, en este caso se identificaron los principales requerimientos que deben cumplir los entes operadores. En la tabla 3 se presenta el marco legal, donde se mencionan las principales obligaciones de las ASADAS, de acuerdo con las leyes y reglamentos del país.

Tabla 3.

Marco legal aplicable a las ASADAS

Normativa	Requisitos
Reglamento Calidad del Agua Potable (Decreto Ejecutivo N° 38924-S. Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).	✓ Garantizar la calidad del agua para consumo cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento. ✓ Contar con el PSF. ✓ Deberán realizar los análisis que contengan los parámetros correspondientes a los diferentes niveles de control. ✓ Definir una línea base, cumpliendo con la frecuencia de muestreo y número de muestras para los análisis químicos. ✓ Confeccionar reportes de la calidad del agua potable y presentarlos semestralmente a la DARS. ✓ Implementar, actualizar y disponer, un Programa de Control de Calidad del Agua. ✓ Garantizar la desinfección en la distribución del agua potable, manteniendo el nivel de cloro residual libre en los valores admisibles para garantizar la calidad del agua. ✓ Asegurar que toda agua de consumo reciba el tratamiento previo.
Ley General de Agua Potable (Ley N°1634. Ley General de Agua Potable, 1976).	✓ Se prohíben las instalaciones o edificaciones en las zonas cercanas a fuentes de abastecimiento, que perjudique en forma alguna, los trabajos de operación o distribución o bien, las condiciones físicas, químicas o bacteriológicas del agua.

Ley Forestal (Ley N° 7575. Ley Forestal, 1996).	✓ El área alrededor de las nacientes debe contar con al menos un radio de 100 m, la cual se considera como área de protección. ✓ Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas que se consideren de protección.
Reglamento ASADAS (Decreto ejecutivo N°32529-S. Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS), 2005).	✓ Contar con personería jurídica propia. ✓ Deben estar constituidas e inscritas de conformidad con la Ley de Asociaciones N° 218 del 8 de agosto de 1939. ✓ Responder ante los usuarios con respecto de la administración de aquellos, así como brindarles asesoría técnica. ✓ Implementar programas y planes nacionales de prevención y control de incendios forestales. ✓ Todo proyecto de mejoras, ampliaciones o modernización debe comunicarse y ser aprobado por el AyA. ✓ Deberán tener como únicos fines: la construcción, administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de acueductos. ✓ Someter a conocimiento de AyA los estatutos de la Asociación ✓ Velar y participar activamente con la comunidad en la preservación y conservación del recurso hídrico. ✓ Establecer las medidas de control interno necesarias para garantizar el buen desempeño de las actividades. ✓ Vigilar y controlar las actividades que puedan generar efectos negativos en la zona de influencia inmediata a la toma. ✓ Mantener planos actualizados de los sistemas y un catastro de usuarios.

Nota: Elaboración propia (2023).

ASADA de San Rafael de Vara Blanca

Condición Actual de la ASADA de San Rafael por MINSA. Al aplicar la entrevista a las gestoras Cinthia Sancho Villalobos y Silvia Ramírez Quirós, funcionarias del ARSH, sobre las condiciones en que se encuentra la ASADA de San Rafael. Ambas funcionarias comunican que las principales deficiencias que presenta en la ASADA son:

- Irregularidad de realizar según el periodo indicado en la normativa las pruebas de cada nivel de control en conjunto con su respectivo reporte operacional.
- No realizan en los tiempos correspondientes indicado por la ARSH la renovación del Permiso Sanitario de Funcionamiento (PSF).

- No poseen el programa de control de la calidad del agua potable que por normativa debe mantener vigente cada ente operador
- No poseen el croquis o plano del sistema de abastecimiento.
- No registran por medio de una bitácora las actividades realizadas dentro del sistema de abastecimiento, como es el registro de las pruebas realizadas del CO.
- No llevan el registro de limpieza de los componentes del sistema de abastecimiento.

Esta información fue comparada con la información de los expedientes de la ASADA, para evidenciar lo comunicado, se tomó la información de los últimos 5 años (2018-2022)

Permisos Sanitarios de Funcionamiento ASADA de San Rafael de Vara Blanca. Se han emitido 3 PSF desde el 2018, los cuales por tener un riesgo sanitario (probabilidad que una actividad tenga un impacto negativo sobre la salud de las personas y ambiente) de tipo A identificado como riesgo alto, el PSF tienen una vigencia de un año, según se indica en la normativa (N° 43432-S, Reglamento general para permisos sanitarios de funcionamiento, permisos de habilitación y autorización para eventos temporales de concentración masiva de personas, otorgados por el Ministerio de Salud, 2022).

En el periodo 2018-2019, la ARSH emitió el permiso N°1511-2018, notificándole al ente operador solicitar la renovación cada año y presentar los análisis del agua de los periodos, de acuerdo con la legislación. No se tiene información del PSF del periodo año 2019-2020, ya que no fue tramitado por parte de la ASADA.

En el año 2020, la ARSH emitió el permiso N°1454-2020 con fecha de vigencia del 16 de setiembre del 2021, notificándole al ente operador que el sistema se mantiene en buen estado al igual que sus componentes, además se han mejorado las condiciones del clorador y no se observaron fugas o anomalías.

En el periodo de los años 2021- 2022 no fue tramitado el PSF por parte de la ASADA, por lo que, el ARSH se pronuncia emitiendo un comunicado el 19 de abril del 2022 a la ASADA en donde le indica realizar la solicitud del PSF, como también presentar los análisis del periodo establecido, además el ARSH le indica al ente operador que se han corregido las No Conformidades comunicadas en las visitas anteriores.

Actualmente, la ASADA cuenta con el PSF vigente, la ARSH emitió el permiso N°1493-2022 con vigencia del 4 de julio del 2023 y se realizó la aplicación de las guías SERSA mediante una visita a la ASADA, ya que esta actividad es un requisito que debe cumplir el MINSA para la emisión el

PSF, además le solicita al ente operador presentar el reporte operacional del primer semestre del año en curso y realizar los controles N1, N2 y N3.

Órdenes Sanitarias ASADA de San Rafael de Vara Blanca. 21 de marzo del 2018 el ARSH emitió la orden sanitaria 027-2018 a la ASADA de San Rafael de Vara Blanca comunicándole al ente operador que la ASADA fue seleccionada dentro de la vigilancia estatal que se realiza aleatoriamente desde la Dirección Regional Central Norte (DARSH), en la vigilancia se realizan muestreos aleatorios como parte de control cruzado.

Se debe realizar al menos uno de los muestreos semestrales del suministro de agua, además, contar con el PSF vigente y seleccionar un laboratorio acreditado para realizar las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas. El 4 de mayo del 2018 en conjunto con el MINSA se realizaron los muestreos en la naciente, tanques y tubería de distribución del acueducto, para concluir con la orden sanitaria emitida.

Reportes Operacionales ASADA de San Rafael de Vara Blanca. De acuerdo con la información recolectada del expediente de la ASADA, en 20 de diciembre del 2021, el ARSH elaboró el reporte operacional para el control estatal. El objetivo del reporte fue presentar los resultados de los análisis de agua para consumo, las muestras fueron tomadas en la naciente y red de distribución; la visita para el muestreo se realizó el 27 de julio del 2021 y se tomaron las muestras en 4 puntos diferentes.

Se concluyó que los parámetros fisicoquímicos de los controles N1, N3 y N3 se cumplen en los puntos monitoreados y los parámetros microbiológicos están dentro de los valores permitidos, menos los valores de cloro residual, que están por encima del valor permisible.

El cloro residual es la cantidad de cloro que permanece en el agua después de terminar el proceso de desinfección, ante la presencia del exceso de cloro de agua, puede ocasionar que se generen algunos subproductos potencialmente cancerígenos, como es el caso cuando el cloro reacciona con materia orgánica formando trihalometanos, ácidos haloacéticos y haloacetonitrilos, afectado la salud y calidad del agua para su consumo (FUJIFILM Wako Chemicals USA Corp, 2023)

Una de las razones al tener un cloro residual con valores más altos que los permitidos, se puede deber porque en las aguas poseen pocas sustancias (organismos) que se puede oxidar, por lo tanto, no ejercen demanda de cloro o es muy baja, ocasionado que la cloración residual libre se alcanzada con rapidez y se genere un alto residuo de cloro en el agua (Chavarría, 2019).

En este caso, se le indicó a la ASADA implementar medidas de control y presentarlas por escrito para el mejoramiento de la cloración del agua. En el informe elaborado por la ARSH se determina que el agua distribuida por la ASADA de San Rafael de Vara Blanca cumple con lo establecido en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable y le corresponde volver a realizar los 3 controles de N1, N2 y N3 para el año 2024.

En el Reglamento de la Calidad del Agua Potable se indica que las ASADAS con una población abastecida de menos de 5 000 habitantes, la frecuencia de muestreo de los análisis niveles N2 y N3 se realiza cada 3 años, como es el caso de las ASADAS en estudio (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

El 4 de agosto del 2022, desde la DARSH el químico Luis Jiménez de la Unidad Rectoría de Salud, le envía un informe técnico al ARSH evidenciando que la ASADA solo reportó los análisis químicos y microbiológico del N1, del I semestre del año 1/1/22-30/06/2022, pero no presenta el reporte operacional indicado en la normativa; de acuerdo al informe técnico elaborado por el químico Luis Jiménez se comunica que todos los análisis los parámetros están dentro del valor permisible, menos el parámetro de pH y además, le recomienda al ARSH continuar con el seguimiento del acueducto, ya que existe un cumplimiento parcial de los análisis.

El pH se refiere a la concentración de iones de hidrógeno y la solubilidad que posee el agua, la escala de pH es logarítmica con valores del 0 al 14, los valores más cercanos a 0 comprende un pH ácido, mientras que los valores cercanos al 14 son más alcalinos; los valores que se encuentren cerca de 6,5-7 representan un pH neutro, los valores de pH se pueden ver afectados por las variaciones de las temperaturas (Carbotecnia, 2022).

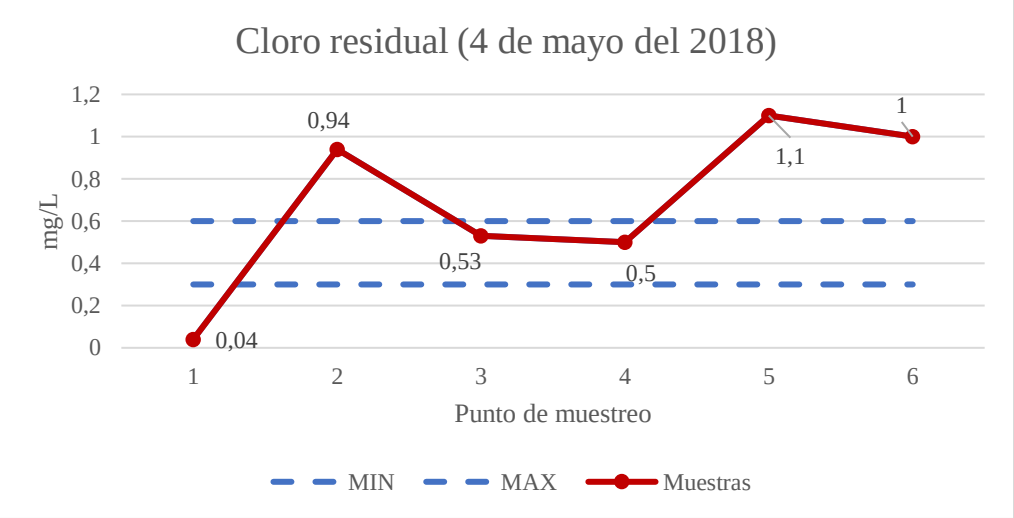
Según Mora et al. (2018), los valores de pH fuera del rango permitido pueden causar modificaciones en las propiedades organolépticas del agua, ocasionar daños en la salud humana y en la estructura del sistema de abastecimiento y deficiencias en los procesos de tratamiento, por lo que, la calidad de esta agua puede ocasionar rechazo en los usuarios. Se le recomienda al ARSH continuar con el seguimiento del acueducto, ya que existe un cumplimiento parcial de los análisis.

Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos ASADA de San Rafael de Vara Blanca. Mediante la información recolectada del expediente de la ASADA se realizó un estudio de los análisis que han presentado al ARSH desde el año 2018, verificando si los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se encuentran en cumplimento con los valores permitidos en el Reglamento de Calidad de Agua Potable.

El 4 de mayo del 2018 (control estatal), la ASADA le envía a la ARSH, los análisis realizados de los parámetros de CO y N1, cumpliendo con el reporte del I semestre. En la figura 3 se muestra el comportamiento de las muestras de cloro residual analizadas, los resultados completos se encuentran en el apéndice 1. Para el muestreo se seleccionaron 6 puntos (naciente, casa Gerardo Jara, panadería Ospany, red pública Zila Flores, casa Juan Carlos Cabezas, fuente pública Mario Morales), se observó que en 4 puntos (naciente, casa Gerardo Jara, casa Juan Carlos Cabezas y fuente pública Mario Morales) los resultados de las muestras se encuentran fuera de los valores permisibles, ya que el rango aceptable es de 0,3 mg/L-0,6 mg/L.

Figura 3.

Comportamiento de cloro residual del muestreo del 4 de mayo del 2018



Nota: Elaboración propia (2023).

Al observar el comportamiento en el primer punto tomado el cloro se encuentra más bajo que lo ideal (toma en la naciente donde usualmente no se agrega cloro), luego en la muestra dos se encuentra más alto con una diferencia de 0,3 de cloro residual, en los puntos 3 y 4 se encuentra estable y luego nuevamente vuelven a subir los parámetros en ambos casos la diferencia de cloro residual es de 0,4; según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019), se pueden realizar muestreos rutinarios en puntos específicos a las mismas horas del día, con el fin de conocer en qué momento el cloro residual es el adecuado o no, además de que los principales factores que afectan la desinfección son la dosis, el tiempo Al observar el comportamiento en el primer punto tomado el cloro se encuentra más bajo que lo ideal (toma en la naciente donde usualmente no se agrega cloro), luego en la muestra dos se encuentra más alto con una diferencia de 0,3 de cloro residual, en los puntos 3 y 4 se encuentra

estable y luego nuevamente vuelven a subir los parámetros en ambos casos la diferencia de cloro residual es de 0,4; según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019), se pueden realizar muestreos rutinarios en puntos específicos a las mismas horas del día, con el fin de conocer en qué momento el cloro residual es el adecuado o no, además de que los principales factores que afectan la desinfección son la dosis, el tiempo de contacto, la temperatura y el pH.

El cloro actúa purificando y destruyendo la estructura celular de los microorganismos, si el agua contiene lodo, el proceso de desinfección puede variar, porque el lodo les da la posibilidad a las bacterias esconderse dentro del mismo, para que se destruyan todos los organismos se necesita de cierto tiempo de contacto y temperatura. Cuando el agua posee una temperatura mayor a los 18°C, el cloro debe estar más tiempo en contacto con el agua (OMS, 2018).

La diferencia de valores entre los puntos de muestreo podría deberse al tiempo insuficiente de contacto entre el cloro y agua del tanque de almacenamiento, según la OMS (2018), para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración de cloro residual libre ≥0.5 mg/l, después de un tiempo de contacto de al menos 30 min a un pH <8.0. En el punto de entrega, la concentración mínima del cloro residual debe ser de 0.2 mg/l.

En los análisis realizados el 29 de septiembre del 2020, el 5 de octubre del 2020 y el 10 de octubre del 2020 visualizados en el apéndice 1, se observa que ningún parámetro sobrepasa los valores admisibles. Los análisis fueron realizados en la naciente, en el tanque Mario, en el tubo costado de la iglesia y en el tubo exterior de la panadería Ospany, donde se analizaron diferentes parámetros del CO y el N1.

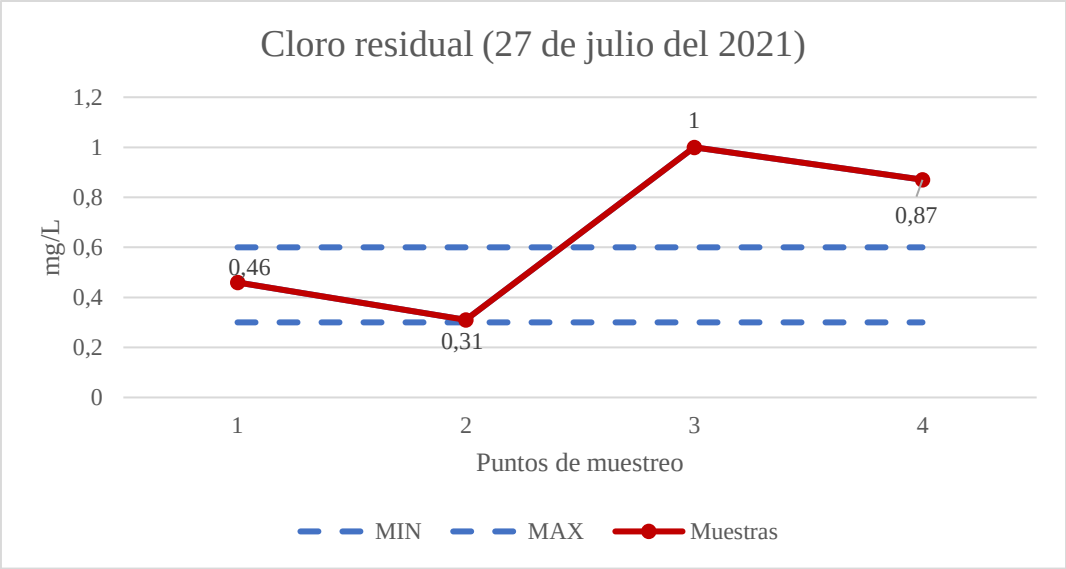
Realizando la comparación de las muestras del año 2018 y el 2020, se observa que para el año 2020 la muestra realizada en la casa de Mario Morales se encuentra dentro de los valores permitidos de cloro residual, lo cual fue lo contrario en el año 2018.

En la figura 4 se presentan el comportamiento de los resultados obtenidos en los análisis de cloro residual realizados el 27 de julio del 2021, los demás parámetros de CO, N1, N2 y N3 se pueden observar en detalle en el apéndice 1; los análisis fueron realizados en la escuela de San Rafael, fuente pública José Jiménez, fuente pública Belman Avendaño, panadería Ospany; solo el parámetro de cloro residual sobrepasa los parámetros admisibles en los dos puntos de muestreo finales (fuente pública Belman Avendaño y panadería Ospany); comparando la información de los análisis de 2020 con los de 2021 no se observa que los valores alterados coincidan en algún punto de muestreo aunque en ambos análisis se tomó una muestra en la panadería Ospany, por lo que no se puede identificar que el problema solo se encuentre un punto de muestra específico, cabe resaltar que las alteraciones de cloro

residual en los sistemas de abastecimiento pueden ser causados por el tiempo de exposición del cloro con el agua (OMS, 2018).

Figura 4.

Comportamiento de cloro residual del muestreo del 27 de julio del 2021



Nota: Elaboración propia (2023).

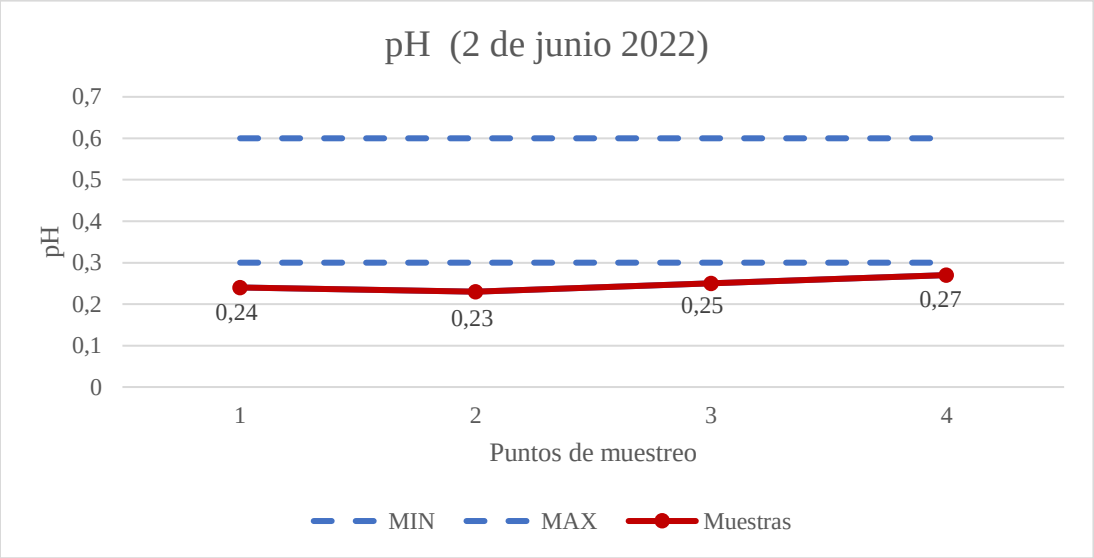
Los últimos análisis realizados por la ASADA fueron el 2 de junio del 2022, en la figura 4 se presenta el comportamiento de los resultados obtenidos en los análisis de pH, ya que solamente este parámetro se encuentra fuera de los valores admisibles, los demás parámetros del CO se pueden observar en detalle en el apéndice 1.

Los análisis fueron realizados en casa de habitación (no específica), tubo ASADA (no específica), Taller, fuente pública (no específica) y en todos los puntos el parámetro de pH está por debajo de los valores admisibles, donde el rango aceptable está entre 6.00 - 8.00.

Según la CONAGUA (2019), en algunos casos la incorrecta aplicación de hipoclorito de calcio (desinfectante utilizado por la ASADA) en el sistema de abastecimiento produce ácido hipocloroso, causando variaciones en el pH, como también afecta los cambios de temperatura.

Figura 5.

Comportamiento del pH del muestreo realizado el 2 de junio 2022



Nota: Elaboración propia (2023).

Tabla 4.

Resumen de pruebas fisicoquímicas del año 2018 a 2022 San Rafael

2018		2019		2020		2021		2022	
I Semestre	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**
-CO -N1	No realizaron	No realizaron	No realizaron	No realizaron	-CO -N1	No realizaron	-CO -N1 -N2 -N3	-CO -N1	No

Nota: Elaboración propia (2023).

Según los resultados de los muestreos realizados en los años del 2018 a 2022 (apéndice 1), en ningún punto muestreado coincide entre los años según la alteración de los resultados que se encuentra fuera del rango indicado en la normativa, por lo que, no se puede identificar si el problema se origina en uno de los puntos, además que la ASADA no realizó los análisis mensuales cumpliendo con el CO y semestralmente cumpliendo con el N1 y los N2 y N3 cada 3 años, lo que complica más la razones del comportamiento como se comentaba anteriormente.

A pesar de las inconsistencias de los análisis, se identifica un comportamiento común entre las pruebas de los diferentes años, usualmente en los dos últimos puntos de muestreo el cloro residual salen elevados; se deben realizar muestreos rutinarios en puntos específicos para identificar las

alteraciones entre muestras, además es necesario conocer la temperatura en la cual se encuentra el agua en cada muestra para identificar posibles irregularidades relacionadas a este parámetro, ya que la cantidad de cloro residual puede presentar cambios de concentración durante el día y la noche, cuando las tuberías se encuentran bajo presión, hay más tendencia que el cloro residual se encuentre elevado durante el día que la noche, porque existe una demanda menor de agua (OMS, 2018).

Puntos de Muestreo ASADA de San Rafael de Vara Blanca. En los diferentes análisis realizados en el sistema de abastecimiento se observa que los puntos de muestreo más representativos para el ente operador son los siguientes: panadería Ospany, red pública Zila Flores, casa de Juan Carlos Cabezas Vásquez (fontanero), fuente pública Mario Morales, casa Gerardo Jara Rojas, Naciente Blanca Nieves, taller, tubo costado de la Iglesia, Escuela San Rafael, fuente pública José Jiménez, fuente pública Belman Avendaño.

Para una mejor identificación de alteración en los parámetros se deben mantener fijos aquellos puntos en donde se tomen las muestras, de forma que se comprenda el inicio, en medio y final del sistema de abastecimiento, ya que con el cambio de los puntos entre análisis no se pueden conocer las causas de las alteraciones.

A continuación, se realiza en la asignación los puntos más representativos para los próximos análisis realizados. Según la normativa, los puntos de muestreo de los diferentes análisis deben ser seleccionados uniformemente, de modo que sean representativos, iniciando con la fuente, almacenamiento, sitio de desinfección y terminando con la red de distribución, además deben estar ubicadas en la salida de la planta de tratamiento, salida del tanque de almacenamiento, salida de las fuentes y en la red de distribución, por lo que, se debe realizar la distribución de la siguiente manera: **CO:** Los análisis se deben realizar en la red de distribución. **N1:** Los análisis se realizan en los tanques de almacenamiento y red de distribución. **N2 y N3:** Los análisis se realizan en la red de distribución (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Tabla 5.

Asignación de puntos CO en ASADA San Rafael

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras
Mensual	Salida del tanque 1 (negro)	1
	Salida tanque 4 (negro)	1
	A la mitad de la línea 1 (abonado)	1
	A la mitad de línea 2 (abonado)	1

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Tabla 6.

Asignación de puntos N1 en ASADA San Rafael

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras	Total de muestras mínimas por año
Semestral	Tanque 1 (negro)	1	10
	Tanque 2 (cerámica)	1	
	Tanque 3 (color negro)	1	
	Tanque 4 (color negro)	1	
	Tanque 5 (azul)	1	
	Línea 1: inicio (casa abonada), mitad (casa abonada), final (casa abonada)	3	
	Línea 2: inicio (casa abonada), mitad (casa abonada), final (casa abonada)	3	

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Tabla 7.

Recolección de muestras N2, N3 en ASADA San Rafael

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras
Cada 3 años	Salida del tanque 1 (negro)	1
	Salida tanque 4 (negro)	1
	Al final de la línea 1 (abonado)	1
	Al final de línea 2 (abonado)	1

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Registro de Concesiones. Según la base de datos del MINAE en el tema de las concesiones, la ASADA de San Rafael de Vara Blanca solo cuenta con dos concesiones de aprovechamiento de agua potable, ambas con el registro número 598R (letra R corresponde a acueducto rural), con fecha de otorgamiento del 31 de diciembre del 1969 a nombre del AyA, nombradas F1 y F2. Dentro del poblado de San Rafael, también existen 4 concesiones más, pero no forman parte del sistema de abastecimiento de la ASADA de San Rafael.

Descripción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable ASADA de San Rafael de Vara Blanca. Esta información fue recolectada mediante las visitas de campo realizadas los días 20 de junio del 2022, el 2 de octubre del 2022 y el 2 de noviembre del 2022; al realizar la aplicación de

las encuestas al presidente de la junta administrativa (apéndice 3) y al fontanero (apéndice 4), como también por medio de la lista de chequeo y guía SERSA aplicada al sistema de abastecimiento.

Este acueducto abastece alrededor de 80 abonados con una población de 280 personas, el agua de este sistema solo se distribuye en los poblados de San Rafael. Cuenta con una naciente llamada Blanca Nieves que se encuentra a 300 m de la entrada de la propiedad llamada Finca la Quesera, además de una línea de distribución y dos de conducción de tubo PVC dirigida hacia 5 tanques de almacenamiento, cuatro tanques son de material plástico y uno de concreto, además poseen dos cloradores.

El sistema es de tipo gravedad y cuenta con dos líneas de conducción, a partir del primer tanque de almacenamiento, en donde la línea 2 abastece el este de San Rafael y la línea 1 abastece a los demás poblados de San Rafael. Según la información suministrada por el ente operador, la captación se construyó en el año 1978.

Las oficinas administrativas se observan en la figura 6, se ubican en las coordenadas WGS84 Longitud 84°08′8.76”, Latitud 10°10′26.375”, se ubican contiguas a la panadería Ospany. La edificación se encuentra en buen estado y posee una bodega en la cual almacenan equipos y productos químicos para el mantenimiento de la ASADA.

Figura 6.

Oficinas administrativas ASADA San Rafael de Vara Blanca

Se puede observar en la figura 7 que la entrada a la Finca la Quesera está debidamente identificada y cuenta con un portón para evitar el libre acceso. Durante la visita, el fontanero Juan Carlos Cabezas Vásquez comenta que los terrenos de la propiedad están destinados para cultivo de pasto y no se utilizan químicos, pero actualmente el dueño de la propiedad ha empezado a ingresar ganado en un sector lejos de la zona de las fuentes de abastecimiento. La finca se ubica en las coordenadas WGS84 Longitud 84°07′51.493”, Latitud 10°09′53.486”.

Aunque en la zona donde mantienen el ganado está lejos de la toma de agua, es importante mencionar que la presencia de ganado cerca de la naciente puede ocasionar que el agua se exponga a contaminantes como por ejemplo heces y fluidos de origen animal, además esta actividad puede ocasionar la presencia de vectores como las moscas (Chacón, 2018).

Figura 7.

Entrada a finca La Quesera

En la figura 8 se puede observar que al ingreso a la finca la Quesera no hay presencia de ganado, no hay movimientos de tierra y no hay influencia de vectores mecánicos o actividad humana, poseen vegetación de más de 2 metros en los alrededores de la naciente y no hay residuos acumulados, además, no existen edificaciones en los 200 metros del área de protección; en las áreas que bordeen nacientes permanentes, se debe definir un radio de 100 metros medidos de modo horizontal (Ley Forestal, 1996)

Figura 8.

Recorrido a la entrada de la fuente de captación.

Durante el recorrido, el camino se divide en dos, tomando dirección hacia la derecha se encuentra un portón que dirige hacia la captación, una deficiencia encontrada en el recorrido es que el portón mencionado no se encuentra rotulado donde se indique la restricción de paso, esto debe ser corregido, ya que según el AyA (2018), todos los componentes del sistema de abastecimiento tienen que estar debidamente identificados.

Durante este trayecto se observa que la tubería se encuentra expuesta, más no se encuentra deteriorada, al ser un paso limitado no se encuentra vulnerable a daños por actividad humana, la tubería se encuentra en buen estado, no presenta fugas, como se puede observar en la figura 9.

Figura 9.

Entrada a la fuente de captación

Captación: Se ubica en las coordenadas WGS84 Longitud 84°07′47.413” Latitud 10°09′53.273” con número de concesión 598R. La naciente se encuentra en una zona de protección boscosa. Al aplicar la lista de chequeo y las guías SERSA se puede observar que, la naciente cuenta con las medidas de protección para agua pluvial como por ejemplo, que las tapas se encuentran cerradas con candado y que la captación se encuentra recubierta por losas, ocultándola por completo de cualquier vector, además cuenta con una malla perimetral, según se solicita en las guías SERSA, para evitar el ingreso de animales silvestres, además se encuentra techado, no se perciben malos olores. La quebrada nace en el mismo sitio donde se capta el agua, la naciente es nombrada por vecinos como Naciente Blanca Nieves. Según la información suministrada por la junta administrativa en el 2012, la ASADA adquirió los terrenos mediante una donación, para que se garantice la protección de la fuente.

En la figura 10 se puede observar que, la naciente e infraestructura se encuentra limpia, sin malezas ni residuos sólidos alrededor como tampoco, fugas ni grietas. La limpieza de la captación es realizada por el fontanero cada 3 meses, aunque no se encuentra documentado el seguimiento de limpieza; las tapas de las cajas de registro se encuentran en buena condición.

El riesgo que presenta la captación, el cual fue comunicado por la administración es que por la ubicación de la naciente se han presentado derrumbes o deslizamientos por eventos sísmicos, como fue el caso del terremoto de Cinchona ocurrido en 2009, donde la captación sufrió importantes daños en el área donde se encuentra la naciente, la cual tuvo que ser reconstruida (Agüero, 2013).

Los derrumbes y deslizamientos pueden ocasionar el aumento en la sedimentación de los cauces, como también ocasionar daños estructurales (fugas y fisuras) en las tuberías y demás componentes del sistema, además se pueden presentar cambios en los pasos de las diferentes áreas del sistema obstaculizando los componentes y causando el aumento de la turbiedad (Chacón, 2018).

Figura 10.

Naciente San Rafael de Vara Blanca

Conducción y distribución: Se puede observar en la figura 11 que la tubería es de material PVC, se encuentra en buen estado y no se observan grietas ni fugas. El diámetro de la tubería conectada de la captación al primer tanque de almacenamiento (tanque negro) es de 4 pulgadas, aunque se encuentre expuesta no hay riesgo de daños por actividad humana, porque el acceso a este sector se encuentra restringido; luego del primer tanque, las tuberías tienen un diámetro de 2 pulgadas y se encuentra enterrada.

Figura 11.

Líneas de conducción

En la figura 12 se puede observar la división de las 2 líneas de conducción que poseen el sistema de abastecimiento, ambas tienen un diámetro de dos pulgadas y no se encuentran fugas ni grietas en ellas.

La línea 1 se conecta con el segundo tanque de almacenamiento (celeste), mientras que la línea 2 se conecta al primer tanque de almacenamiento, donde ya se dispone a abastecer a los abonados al noreste de San Rafael.

Figura 12.

División de líneas de conducción (tanque 1)

Tanques de almacenamiento: En la figura 13 se observa el primer tanque de almacenamiento se encuentra a 150 m de la naciente en la Finca la Quesera, en las coordenadas WGS84 Longitud 84°07′49.9”, Latitud 10°09′56.2”. Este tanque abastece lo que corresponde a la línea 2 del sistema. Se encuentra protegido con malla perimetral cerrada con candado, es de material plástico con tapa, la estructura del tanque no presenta grietas o daños, pero no está techado y no tiene rotulación como se comentó anteriormente, según se indica en el Formulario unificado de información sobre organizaciones comunales prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento (2018) todos los componentes del sistema de abastecimiento deben estar identificados.

En este tanque se encuentra el primer sistema de cloración, el cual se describe más adelante, en el interior del tanque, donde no se observan sedimentos, algas o algún otro agente. El mantenimiento y limpieza del tanque se realiza cada 6 meses por el fontanero, pero no se lleva el registro anotado. El tanque tiene una capacidad de 1 000 L.

Figura 13.

Tanque de almacenamiento (tanque 1)

En la figura 14 se puede observar el sistema de desinfección del primer tanque de almacenamiento, la cloración se realiza por medio de pastillas de la marca Accutab hipoclorito de calcio, al 65 % de cloro mínimo, el clorador se encuentra en buen estado, la tapa se encuentra en buen estado y permanece cerrada con candado.

El fontanero aplica de 2 a 3 pastillas cada 15 días. Según la OMS (2005), se debe preparar según las especificaciones del paquete. En la ficha técnica del clorador se indica que se debe agregar 40.5 g de producto por cada 10 m^3 de agua, lo que proporcionará 3ppm de cloro libre para el agua, además recomienda que para el agua con una temperatura de 25°C se debe mantener el contacto como mínimo 20 min (Comité Técnico y Seguridad, 2013).

Solamente poseen el equipo para medir cloro residual de marca Hach, el equipo posee un comparador en forma de disco de diferentes tonalidades de rojo, a la muestra se le agrega el reactivo DPD de la misma marca, la muestra cambia de color para ser comparada con los colores establecidos en el disco; el equipo no se encuentra en buen estado y es necesario comprar más sobres de reactivos, ya que los que poseen se encuentran vencidos.

Además, no llevan un registro mediante una bitácora de las muestras solicitadas en el CO que deben ser realizadas y ser anotadas mensualmente, según la normativa. Al no tener equipo de medición para los parámetros de pH y turbiedad, estos no son realizados por la ASADA. Como se comentaba anteriormente, las irregularidades en el pH como también de turbiedad en el agua puede causar afectaciones en la desinfección del sistema de abastecimiento, por lo cual es necesario realizar estas mediciones para un mejor control de todos los parámetros e identificar las causas de las deficiencias en el sistema.

Figura 14.

Sistema desinfección, tanque 1

En la figura 15 se observa el segundo tanque de almacenamiento a nivel, se encuentra en las coordenadas WGS84 Longitud 84°07′57.4”, Latitud 10°10′5.01” en vía pública. La infraestructura del tanque es de cemento y cerámica color celeste y cuenta con una capacidad de 9 000 L, este se abastece por la línea 1.

Se encuentra en buen estado, no se observan fugas ni tampoco grietas, las tapas de las cajas de registro se encuentran en buen estado, mas no se poseen candados para una mejor seguridad, según se solicita en la normativa; las válvulas de entrada y salida se encuentran protegidas y poseen respiradores dentro del tanque, el agua se encuentra limpia sin sedimentos.

La limpieza se realiza cada 6 meses por el fontanero, pero el seguimiento de limpieza no se encuentra documentado. El tanque se encuentra protegido con malla perimetral, cerrado con candado; además, se encuentra techado para una mejor protección; sin embargo, no cuenta con rótulo, lo cual por normativa debe colocarse para su identificación.

Figura 15.

Tanque de almacenamiento (tanque 2)

Los tanques 3 y 4 se pueden observar en la figura 16 son de material plástico y tiene una capacidad de 10 000 L cada uno, se encuentran en las coordenadas WGS84 Longitud 84°07′58.6”, Latitud 10°10′7”. Cuentan con un sistema de rebalse controlado, cada uno tiene tapa con seguridad y se encuentran protegidos con malla perimetral y candado.

La limpieza se realiza cada 6 meses por el fontanero, pero no se lleva un registro. No se observan fugas, grietas, residuos sólidos ni malezas; sin embargo, no tienen rotulación ni se encuentra identificado cada tanque. Se encuentran en terrenos públicos a la orilla de la calle, pero hay ausencia de población, en ellos se realiza la segunda desinfección.

Figura 16.

Tanques de almacenamiento (tanques 3 y 4)

En la figura 17 se puede observar el sistema de desinfección utilizado en los tanques 3 y 4. El sistema no se encuentra en buen estado, ya que la calibración para la disposición del cloro a veces falla, alterando el contacto del agua con las pastillas de cloro. El clorador no tiene grietas y se encuentra en condiciones limpias con tapa. El fontanero aplica 6 pastillas cada 15 días.

La deficiencia en la calibración del clorador puede ser una de las razones por la cual, en los análisis de cloro residual se presentan alteraciones, por lo que, se debe hacer el cambio de clorador para mejorar la aplicación del cloro en el sistema, con el fin de comprobar si este factor está causando las variaciones o que se dé otras causas, ya sea por la concentración de cloro aplicada, la calibración del clorador o el tiempo de contacto del cloro con el agua del sistema.

Además, al igual que el clorador anterior, el proveedor recomienda mezclar 28 g de producto por 22 712 L de agua; al suministrar esta cantidad se debe alcanzar una concentración al menos de 0.2 ppm, sin superar los 0.6 ppm en el sistema de distribución, además se debe comprobar los datos con un kit de análisis de cloro (Axial, s.f.).

Figura 17.

Sistema desinfección (tanque 3 y 4)

El quinto tanque de almacenamiento se puede observar en la figura 18, se encuentra en las coordenadas WGS84 Longitud 84°08′34.1”, Latitud 10°10′37.4”. Es de material plástico con una capacidad de 2 000 L, cuenta con malla perimetral, se encuentra cerrado con candado, posee tapa y está techado, las válvulas se encuentran en buen estado y no hay grietas ni fugas; sin embargo, no cuenta con rotulación, lo cual por normativa debe identificarse.

Figura 18.

Tanque de almacenamiento (tanque 5)

ASADA Vara Blanca

Condición Actual de la ASADA de Vara Blanca por MINSA. Al aplicar la entrevista a las gestoras Cinthia Sancho Villalobos y Silvia Ramírez Quirós, funcionarias del ARSH, sobre las condiciones en las que se encuentra la ASADA de Vara Blanca en la actualidad. Ambas funcionarias comunican que las principales deficiencias que presenta en la ASADA son:

- Irregularidad de realizar según el periodo indicado en la normativa las pruebas de cada nivel de control en conjunto con su respectivo reporte operacional.
- No realizan en los tiempos correspondientes indicado por la ARSH, la renovación del Permiso Sanitario de Funcionamiento (PSF).
- No poseen el programa de control de la calidad del agua potable que por normativa debe mantener vigente cada ente operador
- No poseen el croquis o plano del sistema de abastecimiento.
- No registran por medio de una bitácora las actividades realizadas dentro del sistema de abastecimiento, como es el registro de las pruebas realizadas del CO.
- No llevan el registro de limpieza de los componentes del sistema de abastecimiento.

Esta información fue comparada con la información de los expedientes de la ASADA, para evidenciar lo comunicado, se tomó la información de los últimos 5 años (2018-2022)

Permisos Sanitarios de Funcionamiento ASADA de Vara Blanca. En el 2018, la ASADA realizó la renovación del PSF con el consecutivo N°9876-2018 de riesgo sanitario tipo B (probabilidad que una actividad tenga un impacto negativo sobre la salud de las personas y ambiente), identificado como riesgo moderado por el periodo 2018-2019, además el ARSH le solicita a la ASADA implementar acciones de mejora por los parámetros que no están cumpliendo en los análisis realizados en el 2018. En el 2019, la ARSH emitió un nuevo permiso N°0285-2019 con un tipo de riesgo A (riesgo alto) por el periodo 2019-2020 (Reglamento general para permisos sanitarios de funcionamiento, permisos de habilitación y autorización para eventos temporales de concentración masiva de personas, otorgados por el Ministerio de Salud, 2022).

El 19 de abril del 2022, el ARSH emitió un comunicado donde le solicita la ASADA hacer la solicitud de renovación del PSF, ya que el mismo está vencido desde el 1 de febrero del 2020, dentro del comunicado les solicita presentar los análisis de laboratorio, los reportes operacionales del año 2020 y 2021 y elaborar el programa de control de la calidad del agua potable.

Por último, se les indica que deben trabajar las No Conformidades mencionadas en las visitas anteriores y realizar los muestreos del año actual incluyendo los controles N1, N2 y N3. Dentro del comunicado se mencionan los problemas que se han presentado en la junta directiva de la ASADA, ya que solo se encuentran activos el tesorero y fontanero y que la personería jurídica de la ASADA no está actualizada.

Según el AyA (s.f), la junta directiva debe estar compuesta por cinco miembros como mínimo, entre los cuales debe estar un presidente (a), vicepresidente (a), secretario(a), tesorero(a), vocal y un fiscal; la junta administrativa presenta problemas de nombramientos, donde algunos miembros se encuentran inactivos o como en el caso del presidente que falleció, donde fue comunicado por el fontanero.

Entre otros problemas presentes en la ASADA se indican que la persona de mantenimiento próximamente deja de trabajar para la ASADA en el mes de junio y no hay nadie capacitado para sustituirlo, garantizando el buen funcionamiento del acueducto. En conclusión, se solicita la intervención del AyA, con el fin de mejorar la ASADA y asumir el manejo de esta.

Órdenes Sanitarias ASADA de Vara Blanca. El 26 de febrero del 2021 se emite una orden sanitaria por parte del ARSH donde le notifica al ente operador, que la ASADA Vara Blanca ha sido seleccionada para efectuar la Vigilancia Estatal por medio de muestreos aleatorios en los diferentes componentes del sistema de abastecimiento, los análisis fueron realizados el 28 de mayo del 2021, los resultados se mencionan más adelante.

Reportes Operacionales ASADA de Vara Blanca. En el 2019, la Rectoría de la Salud presentó el reporte operacional correspondiente al I y II semestre del 2019 e indica que los análisis realizados cumplen con los límites establecidos en la normativa y se considera potable para su consumo. Se le notifica la ASADA que los análisis deben estar refrendados por el Colegio de Químicos para cumplir con los requisitos; por último, la DARSH le solicita al ARSH indicarle al administrado que deben presentar los resultados de los análisis y reportes operacionales, según el Reglamento de la Calidad del Agua Potable.

Con la notificación del control estatal realizado en el año 2021, el ARSH elaboró el reporte operacional con fecha del 16 de agosto del 2021, dando seguimiento de Vigilancia Estatal, donde se evidencian los principales hallazgos: Mejorar las condiciones de acceso a la naciente, ya que no se tiene una servidumbre demarcada, la naciente se encuentra en buen estado, pero necesita mejorar; no se observan fugas o rompimientos en tuberías, se les recomendó cambiar el tipo de cloro utilizado para la desinfección, además deben renovar el PSF, dado que se encuentra vencido y por último, elaborar el programa de control de Calidad de Agua Potable.

En conclusión, se determinó que el agua distribuida por la ASADA cumple con la normativa, aunque es necesario trabajar en los hallazgos comunicados.

Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos ASADA de Vara Blanca. Al recolectar la información del expediente de la ASADA se logró identificar mediante los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados desde el año 2018, que todas las muestras en las cuales se analizaron los parámetros de cloro residual y coliformes fecales (E. Coli) realizados en los puntos: tanque 1, Restaurante las Hortensias Restaurante Gustos y Sabores, Poas Volcano Lodge y en la escuela Julia Fernández, se encuentran fuera de los valores permisibles, según el Reglamento de la Calidad del Agua Potable el rango deben estar entre los valores 0,3 mg/L -0,6 mg/L.

El 21 de mayo del 2018 se realizaron los análisis de los parámetros de CO, N1, N2 y N3, en la figura 18 se muestra el comportamiento de los análisis de cloro residual, donde todos los puntos tomados se encuentran fuera de los valores permitidos, los resultados ampliados se encuentran en el apéndice 1. Para el análisis se seleccionaron 5 puntos de muestreo: tanque 1, restaurante Hortensias, restaurante Gustos y Sabores, Poas Volcano Lodge, escuela Julia Fernández.

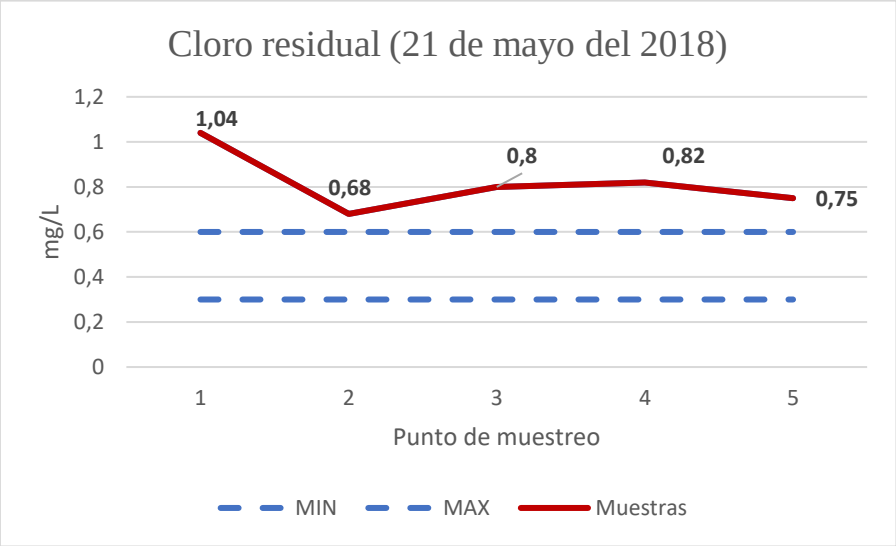
Este comportamiento podría deberse a tiempo de contacto del 30 min recomendado en la normativa o a la concentración aplicada, al no tener más análisis realizados, no se puede conocer la razón del comportamiento en cada punto de muestreo en los diferentes análisis que se deben realizar semestralmente (OMS, 2005).

En el caso de parámetro de coliformes fecales, el resultado en las muestras fue <1,1 mg/L, según el Reglamento para la calidad del agua potable (2015); en muestras cloradas con los valores de coliformes fecales iguales o mayores a 1,1 NMP/100 mL no se consideran potables, mientras que si los valores son menores a 1,1 NMP/100 mL se consideran potables, por lo que, se encuentran dentro del rango permitido. Los resultados ampliados se encuentran en el apéndice 1.

La Escherichia coli (E Coli) son un tipo de bacterias de coliformes fecales que se encuentra en los intestinos de los animales y seres humanos, existen varios tipos de cepas de E Coli que causan diferentes enfermedades mayormente diarrea y fiebre. La presencia de E Coli en el agua para consumo puede ser ocasionada por residuos de animales, por medio de la lluvia al lavar los cuerpos de agua, prácticas del uso de suelo (aplicación de fertilizantes) y presencia de ganado (Rock & Rivera, 2014).

Figura 19.

Comportamiento de cloro residual en el muestreo del 21 de mayo del 2018



Nota: Elaboración propia (2023).

En los análisis realizados el 13 de junio del 2019 y el 22 de octubre del 2019 visualizados en el apéndice 1, se observa que todos los parámetros se encuentran dentro de los valores admisibles donde se seleccionaron 8 puntos de muestreo: soda Gustos y Sabores, panadería y repostería Titos, escuela Julia Fernández, tubo de conducción (sin especificar), tanque 1, tanque 2, tanque 3 y tanque 4.

El último estudio realizado fue el 28 de mayo del 2021, los resultados se puede visualizar en el apéndice 1, en este caso todos los parámetros se encuentran dentro de los valores permisibles y las muestras fueron tomadas en 5 puntos: tanques de cloración (tanque 1), restaurante las Hortensias, tramo la Esquina del Sabor, naciente, panadería y repostería Titos; este muestreo se realizó por control estatal del MINSA.

Tabla 8.

Resumen de pruebas fisicoquímicas 2018 a 2022 Vara Blanca

2018		2019		2020		2021		2022	
I Semestre	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**	**I Semestre**	**II Semestre**
CO N1 N2 N3	No realizar on	CO N1	CO N1	No realizar on	No realizar on	CO N1	No realizar on	No realizar on	No realizar on

N4

Nota: Elaboración propia (2023).

No se puede realizar una comparativa entre los años 2018 a 2022 sobre las irregularidades de los muestreos realizados, la ASADA no ha presentado semestralmente, los reportes operacionales en conjunto con los análisis realizados, por lo que, no se puede identificar si el problema se origina en uno de los puntos muestreados en los análisis anteriores, ya que existen muchas razones por las cuales puede verse afectado las muestras de cloro residual, como lo son la temperatura, cantidad aplicada, el tiempo de contacto y el pH, por lo que es necesario realizar las muestras en los mismos puntos para identificar si hay relación en algún punto con las variaciones del parámetro.

Según corresponde por normativa, los análisis del CO deben realizarse mensualmente; sin embargo, no fueron realizados; el N1 se presenta semestralmente, pero existe irregularidad entre todos los semestres de cada año, solamente se cumplió en su totalidad en el año 2019; para el año 2018 sólo se presentaron los análisis del I semestre; para el año 2020 no realizaron los análisis y desde el II semestre del 2021 hasta el año 2022 no han presentado los análisis. Los análisis de N2, N3 y N4 deben ser realizados cada 3 años, la ASADA los realizó en el 2018, por lo que, le volvía a corresponder presentarlos para el año 2023.

Puntos de muestreo ASADA de Vara Blanca. Los puntos de muestreo en las pruebas realizadas por el ente operador como también por los funcionarios del MINSA son los siguientes: naciente, tanque 1, 2, 3 y 4, Restaurante Hortensias, Restaurante Gustos y Sabores, Poas Volcano Lodge, Escuela Julia Fernández, Panadería y Repostería Titos, tubo de conducción, tramo “La esquina del Sabor”, más adelante realiza la asignación de los puntos en todos los controles de análisis.

Para una mejor identificación de alteración en los parámetros se mantienen fijos los puntos más representativos, de forma que se comprenda el inicio, en medio y final del sistema de abastecimiento, ya que con el cambio de los puntos entre análisis no se pueden conocer las causas de las alteraciones.

Según la normativa, los puntos de muestreo de los diferentes análisis deben ser seleccionados uniformemente, de modo que sean representativos, iniciando con la fuente, almacenamiento, sitio de desinfección y terminando con la red de distribución, además deben estar ubicadas en la salida de la planta de tratamiento, salida del tanque de almacenamiento, salida de las fuentes y en la red de distribución, por lo que, se debe realizar la distribución de la siguiente manera: **CO:** Los análisis se

deben realizar en la red de distribución; **N1:** Los análisis se realizan en los tanques de almacenamiento y red de distribución y **N2 y N3:** Los análisis se realizan en la red de distribución.

Tabla 9.

Asignación de puntos CO en ASADA Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras
Mensual	Salida del tanque 1	1
	Salida tanque 3 (negro)	1
	A la mitad de la línea 1 (abonado)	1
	A la mitad de línea 2 (abonado)	1

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Tabla 10.

Asignación de puntos N1 en ASADA Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras	Total de muestras mínimas por año
Semestral	Naciente	1	10
	Tanque 1	1	
	Tanque 2	1	
	Tanque 3	1	
	Tanque 4	1	
	Línea 1: inicio (casa abonada), mitad (casa abonada), final (casa abonada)	3	
	Línea 2: inicio (casa abonada), mitad (casa abonada), final (casa abonada)	3	

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Tabla 11.

Asignación de puntos N2 N3 ASADA Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras
Cada 3 años	Salida del tanque 1 (negro)	1
	Salida tanque 4 (negro)	1
	Al final de la línea 1 (abonado)	1
	A final de línea 2 (abonado)	1

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Registro de Concesiones. Según la base de datos del MINAE en el tema de las concesiones, la ASADA de Vara Blanca solo cuenta con una concesión de aprovechamiento de agua potable,

registro 273R, fecha de otorgamiento 23 de junio del 2002, a nombre de la razón social ASADA Sociedad de usuarios de agua de Vara Blanca y no posee nombre. Dentro del poblado de Vara Blanca, también existen 8 concesiones más, pero no forman parte del sistema de abastecimiento de la ASADA de Vara Blanca.

Descripción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable ASADA de Vara Blanca. Esta información fue recolectada mediante las visitas realizadas los días 20 de junio del 2022, el 2 de octubre del 2022 y el 2 de noviembre del 2022, al realizar la aplicación de las encuestas al presidente de la junta administrativa (apéndice 3) y al fontanero (apéndice 4), además por medio de la lista de chequeo y guía SERSA aplicada al sistema de abastecimiento.

El sistema de abastecimiento de la ASADA de Vara Blanca le suministra el recurso del agua a alrededor de 240 abonados y solamente recorre el poblado de Vara Blanca. El sistema cuenta con una naciente llamada el Desengaño a 800 metros de la entrada de la propiedad llamada Finca la Georgina, dos líneas de distribución y conducción de tubo PVC, 4 tanques de almacenamiento de material plástico y un clorador en el tanque 1. El sistema es de tipo gravedad, construido en el año 1975.

En la figura 20 se puede observar el edificio de las oficinas administrativas, el cual se encuentra en las coordenadas WGS84 Longitud 84°15′57.97”, Latitud 10°16′62.30”. El edificio es nuevo, ya que el anterior presentaba problemas de infraestructura y el terreno era propiedad de la Municipalidad. En el edificio se realizan las gestiones de cobro del consumo de los abonados.

Figura 20.

Oficinas administrativas ASADA Vara Blanca

En la figura 21 se puede observar el recorrido que se realiza dentro de la finca la Georgina, para luego entrar a la zona boscosa hacia a la captación; durante el recorrido se observa que no hay presencia de ganado (este se mantiene en otra zona de la finca), no hay movimiento de tierra ni

contaminación; el principal problema que se presenta es la inexistencia de la servidumbre, lo que imposibilita acceso hacia la fuente de abastecimiento, pues como se encuentra en propiedad privada el fontanero debe consultarle al dueño antes de ingresar.

Según la Ley de Aguas (1942), en el artículo 20 de la ley, se indica que se debe imponer una servidumbre forzosa con las formalizadas de ley, en aquellos terrenos de propiedad del estado, de los Municipios, de los pueblos y de los particulares, como es el caso actual en donde la toma de agua se encuentra en los terrenos privados de la finca la Georgina.

Figura 21.

Recorrido hacia la entrada de la fuente de captación

En la figura 22 se puede observar el acceso hacia la zona boscosa, que implica descender por una pendiente sin un camino definido, dificultando el acceso para bajar o subir. Esto puede presentar un riesgo de caídas para las personas que ingresen.

Figura 22.

Entrada a la fuente de captación

El recorrido hacia la captación se puede observar en la figura 23, se encuentra libre de contaminación o presencia de alguna actividad humana que afecte el recurso; durante el recorrido se debe atravesar en varias ocasiones el río, pasar sobre árboles caídos y otros obstáculos. Además, no

existe un puente apto para cruzar el río en una parte del recorrido, ya que lo que existe como puente es una lámina de metal; además se debe caminar al lado de la tubería expuesta por el camino estrecho, lo cual puede causarle daños; en este sector durante la visita, no se observan fugas en las tuberías.

Figura 23.

Recorrido hacia la captación

Captación: Se ubica en las coordenadas WGS84 Longitud 84°08′39.323”, Latitud 10°08′55.807”, concesión número 273R, se encuentra dentro de una zona de bosque, pero no se ha designado como zona de protección o reserva natural, es nombrada naciente el Desengaño. En la figura 24 se observa que la captación no cuenta con protección perimetral de malla, pero posee muro de concreto y cerámica alrededor de la naciente que evita el ingreso de animales o riesgo de contaminación.

Dentro de la infraestructura se encuentra limpia, los residuos sólidos presentes en el exterior son de tipo vegetal, no se perciben malos olores y no existen fugas ni grietas en la infraestructura, la tapa de la caja de registro se encuentra en buen estado y permanece cerrada con candado. La limpieza se realiza cada 3 meses por el fontanero, pero no se lleva el registro.

El riesgo que presenta la ubicación de la naciente es por derrumbes, caída de árboles, deslizamientos y amenazas sísmicas; este acueducto ha pasado por dos desastres naturales: el primero con el terremoto de Cinchona en el año 2009, por lo cual, tuvo que ser reconstruida la tubería y la toma de agua y el segundo evento ocurrió en el año 2013, cuando una corriente de agua arrastró las tomas de captación (Agüero, 2013).

Los derrumbes y deslizamientos pueden ocasionar el aumento en la sedimentación de los cauces, como también ocasionar daños estructurales (fugas y fisuras) en las tuberías y demás

componentes del sistema, además se pueden presentar cambios en los pasos de las diferentes áreas del sistema obstaculizando los componentes y causando el aumento de la turbiedad (Chacón, 2018).

Figura 24.

Captación ASADA Vara Blanca

Conducción y distribución: En la figura 25 se observa la tubería dentro de la zona de bosque, es de material PVC, se encuentra en buen estado y no se observan fugas ni grietas. Se distribuye mediante dos líneas, el diámetro de la tubería conectada desde la captación hasta el puente de concreto es de 3 pulgadas y dentro de la finca, la tubería se encuentra expuesta.

Figura 25.

Línea de conducción y distribución

En la figura 26 se puede observar el puente de concreto que hace la división de los diámetros entre la línea de conducción, luego del puente de concreto; la tubería tiene un diámetro de 6 pulgadas hacia el primer tanque de almacenamiento.

Dentro de la finca la Georgina toda la tubería se encuentra expuesta, fuera de la finca la tubería se distribuye mediante dos líneas a ambos lados de la carretera y se encuentra enterrada.

Figura 26.

Puente de concreto

Tanques de almacenamiento: En la figura 27 se observa el primer tanque de almacenamiento, se encuentra a 800 metros de la naciente en vía pública, en las coordenadas WGS84 Longitud 84°08′55.131”, Latitud 10°09′12.679”. El tanque se encuentra protegido con malla perimetral y cerradura, está techado y es de material plástico con tapa, la estructura no presenta daños ni fugas, pero no tiene rotulación.

El tanque tiene una capacidad de 10 000 L y el fontanero realiza la limpieza cada 3 meses, pero no se lleva el registro. Las válvulas y cajas de registro se encuentran en buenas condiciones, cerradas con candado y poseen respiradores. El tanque se encuentra a la orilla de la calle en terreno público, pero hay ausencia de población.

Figura 27.

Tanque de almacenamiento (Tanque 1)

En el tanque 1 se realiza el procedimiento de desinfección y el sistema se encuentra en la segunda planta de la infraestructura. En la figura 28 se observa el clorador del sistema y se encuentra en buen estado y limpio por dentro, además permanece cerrado con tapa.

La desinfección se realiza por medio de pastillas del producto ACL 90 de la marca OxyChem, el activo principal es el Tricloro-s-triazinetriona al 99,4 %, el fontanero aplica 15 pastillas cada 3 días, pero no lleva un registro de los niveles medidos, según la normativa; según la ficha técnica del producto aplicado, se puede utilizar como medio de desinfección de agua para consumo (OxyChem, 2016).

Figura 28.

Sistema de desinfección

En la figura 29 se observa el segundo tanque de almacenamiento, se encuentra en las coordenadas WGS84 Longitud 84°08′57.921”, Latitud 10°09′9.611” dentro de una pequeña propiedad frente al primer tanque de almacenamiento. El material del tanque es de plástico con tapa, se encuentra cerrado con tapa y tiene una capacidad de 10 000 L, se encuentra protegido con malla perimetral, cerrado con candado y techado, no se observan fugas ni grietas y no tiene rotulación.

Las válvulas de entrada y salida se encuentran protegidas; pero la tubería presenta fugas, debido a la presión del agua, cuando un sistema de abastecimiento presenta problemas de fugas en tuberías por temas de presión, es necesario implementar al sistema válvulas reductoras de presión o tanques quiebra gradientes (Cordero, 2014).

El fontanero realiza la limpieza cada 3 meses, pero no se lleva el registro. El agua almacenada en este tanque también abastece un sector de Poasito de Alajuela, pero no es administrada por la ASADA de Vara Blanca.

Con respeto al equipo de medición, solamente poseen el equipo para medir cloro residual de marca Hach, el equipo posee un comparador en forma de disco de diferentes tonalidades de rojo, a la muestra se le agrega el reactivo DPD de la misma marca, la muestra cambia de color para ser comparada con los colores establecidos en el disco; aunque mantiene el equipo, al momento de la visita se le pidió al fontanero, pero lo mantiene lejos de su lugar de trabajo, por lo que, no se comprueba que se esté utilizando para realizar las pruebas. Además, no llevan un registro mediante una bitácora de las muestras realizadas mensualmente que deben ser anotadas, según la normativa. No realizan la medición de pH y turbiedad, los cuales también son parte del CO.

Figura 29.

Tanque de almacenamiento (Tanque 2)

El tercer tanque de almacenamiento se observa en la figura 30, se encuentra en terrenos públicos a la orilla de la calle en las coordenadas WGS84 Longitud 84°09′28.703”, Latitud

10°10′39.772”. El tanque posee malla perimetral y techo para su seguridad y se mantiene cerrado con candado, no se observan fugas ni grietas; sin embargo, no posee rotulación, lo cual es un requisito indicado en el Formulario Unificado de Información sobre Organizaciones Comunales Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento del AyA (AyA, 2018).

El material del tanque es de plástico con tapa y tiene una capacidad de 10 000 L, las válvulas de entrada y salida se encuentran protegidas, pero se presentan fugas en la tubería, debido a la presión del agua es necesario implementar las mismas medidas comentadas del tanque 1. La limpieza del tanque es realizada cada 3 meses por el fontanero, pero no se tiene evidencia del registro.

Figura 30.

Tanque de almacenamiento (Tanque 3)

En la figura 31 se puede observar el cuarto tanque de almacenamiento ubicado en las coordenadas WGS84 Longitud 84°09′17.476”, Latitud 10°11′33.052”, al lado de la carretera. El tanque cuenta con malla perimetral, se encuentra cerrado con candado, está techado y no presenta fugas ni grietas. Es de material plástico con una capacidad de 10 000 L, se encuentra en buen estado, las válvulas de entrada y salida se encuentran protegidas, pero las tuberías presentan fugas por la presión del agua y además, no posee rotulación a como se indica en el Formulario Unificado de Información sobre Organizaciones Comunales Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento del AyA (AyA, 2018). La limpieza se realiza cada 3 meses, pero no se encuentra registrada por el fontanero.

Figura 31.

Tanque de almacenamiento (Tanque 4)

Elaboración de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable de las ASADAS de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia

Programa de Control de la Calidad del Agua Potable ASADA de San Rafael de Vara Blanca

Identificación y Descripción de la Zona de las Fuentes de Abastecimiento. Vara Blanca es el quinto distrito de la parte norte del cantón central de Heredia. Está constituido por los poblados de Jesús María, Vara Blanca, Legua, Legua de Barva, Montaña Azul, San Rafael y Virgen del Socorro. El distrito fue creado mediante el Decreto N. 1819-G del 5 de julio de 1971. Se encuentra en las coordenadas geográficas 10° 10′ 47” latitud norte y 84° 02′ 46” longitud oeste (Procuraduría General de la República, 2017).

Vara Blanca cuenta con un ancho máximo de 39 km en la parte norte, desde noroeste a suroeste desde la confluencia de la Quebrada Socorro y el Río Volcán a 300 metros hacia la naciente del anterior río hasta la ladera norte del Cerro Zurquí (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), s/f).

Límites: Al norte con Sarapiquí, al sur con San Rafael de Heredia, al este con el Parque Nacional Braulio Carrillo y al oeste con Alajuela.

Altitud: La altitud de Vara Blanca es de 1.804 m.s.n.m.

Clima: Su clima es tropical húmedo, generalmente templado y lluvioso de altura.

Vegetación: Bosque muy húmedo montano bajo, bosque no alterado, siempre verde (Solano & Villalobos, 2020).

Temperatura: Temperaturas promedio de 22 °C.

Precipitación: Un promedio de pluviométrico de 3 200 mm anual (Ruiz, 2017).

Hidrografía: Sistema fluvial en la parte norte del cantón corresponde a la subvertiente Norte, de la vertiente del Caribe, el cual comprende las cuencas de los ríos Sarapiquí, Puerto Viejo y Chirripó.

Geología: Constituido por rocas de origen volcánico, tales como: lavas, tobas y piroclásticos. Andosol y Litosol, ya que son suelos poco evolucionados o desarrollados, compuestos de cenizas volcánicas, pesados, compactos y poco profundos, de tipo montaña (Solano & Villalobos, 2020).

Geomorfología: Sector caracterizado por faldas de cordilleras con topografía uniforme y valles intermontanos, de relieve plano y en algunas áreas sumamente onduladas (Huguenin, 2011).

Descripción social: Su población es de 700 habitantes, 380 son hombres y 320 son mujeres (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2011)

Servicios básicos

- Viviendas con abastecimiento de agua de acueducto: 74,6 % viviendas.

- Viviendas con servicio sanitario conectado, alcantarillado sanitario o a tanque séptico: 95,2 % viviendas.
- Viviendas con electricidad: 99,5 % viviendas (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2011).

Descripción socioeconómica: Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2009), Vara Blanca se caracteriza por la producción de fresa, ganadería y turismo. Según la información recolectada por el ARSH, en la tabla 12 se detallan los establecimientos del distrito de Vara Blanca.

Tabla 12.

Establecimientos en Vara Blanca

Tipo de establecimiento	Cantidad
Elaboración y venta de alimentos	18
Ferretería	1
Floristería	1
Bodega de alimentos	2
Hoteles	2
Industria de alimentos	2
Oficinas	1
Lavandería	1
Panadería	5
Supermercados	7
Verdulería	5

Nota: Ministerio de Salud (2023).

Indicadores de tenencia y estado de vivienda: Total de viviendas individuales ocupadas: 209. Promedio de ocupantes por vivienda: 3,3 (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2011).

Acueducto: El sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Vara Blanca no es administrado por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, pues están bajo la responsabilidad de las Asociaciones Administradoras de Agua o ASADAS.

Tabla 13.

Datos generales de la ASADA de San Rafael de Vara Blanca

1. Información general del ente administrador	
Nombre del representante legal	Álvaro Rodríguez Segura
Cédula	900470278

Razón Social	Asociación Administrativa Acueducto y Alcantarillado San Rafael de Vara Blanca
Cédula Jurídica	3-002-363302
Miembros de la ASADA	Álvaro Rodríguez Segura. Presidente. Thomas Dozier. Vicepresidente. Blanca Nieves Fernández Mejía. Tesorera. Teléfono María Román Arguedas. Secretaria. Mario A. Morales Rodríguez. Vocal Martha Elena Chacón Cascante. Fiscal
Medios para notificación y comunicación	Teléfono 8304-2025 Correo bnieves17@gmail.com
Dirección de la oficina de la ASADA	Contiguo a la Panadería Ospany.
Número de abonados	80 abonados
Año de construcción	1978
2. Descripción del sistema de abastecimiento	
Fuente	Naciente
Registro MINAE	598R
Nombre de la naciente	Blanca Nieves
Coordenadas	WGS84 Longitud 84°07′47.413″, Latitud 10°09′53.273″.
Ubicación naciente	Finca la Quesera. El sitio de captación del agua se ubica a unos trescientos m de la entrada a la finca.
Cobertura de abastecimiento	Poblado de San Rafael
Captación	La captación está enchapada en cerámica, cuenta con domos plásticos para poder observar el interior, cuenta con sistema de candado, tapas para revisión, drenaje, cerrada con malla perimetral
Tipo de sistema	La conducción del agua y la distribución en la red se hacen por gravedad
Tubería de conducción	La tubería de conducción va de la naciente a los tanques, se conduce sobre la línea del río, de material PVC 4 pulgadas. La longitud de la tubería de conducción de la naciente a los tanques es 200 m. Se encuentra expuesta antes del primer tanque de almacenamiento, después del tanque se encuentra enterrada.
Tubería de distribución	Existen dos líneas o tuberías de distribución. Ambas tuberías son de 2 pulgadas de diámetro, de PVC. Recorre una distancia de 6 km
Sistema de cloración	Posee dos cloradores (tanque 1 y tanque 3). Se clora con pastillas marca ACCU-TAB, cloro hipoclorito de sodio.
Tanques de almacenamiento	**Tanque 1 (plástico, color negro)** Coordenadas: WGS84 Longitud 84°07′49.9″, Latitud 10°09′56.2″. Capacidad: 1 000 L **Tanque 2 (cerámica)** Coordenadas: WGS84 Longitud 84°07′57.4″, Latitud 10°10′5.01″ Capacidad: 9 000 L **Tanque 3 y 4 (plástico, color negro)** Coordenadas: WGS84 Longitud 84°07′58.6″, Latitud 10°10′7″ Capacidad (ambos): 10 000 L

	Tanque 5 (plástico, color azul) Coordenadas: WGS84 Longitud 84°08′34.1″, Latitud 10°10′37.4″ Capacidad: 2 000 L

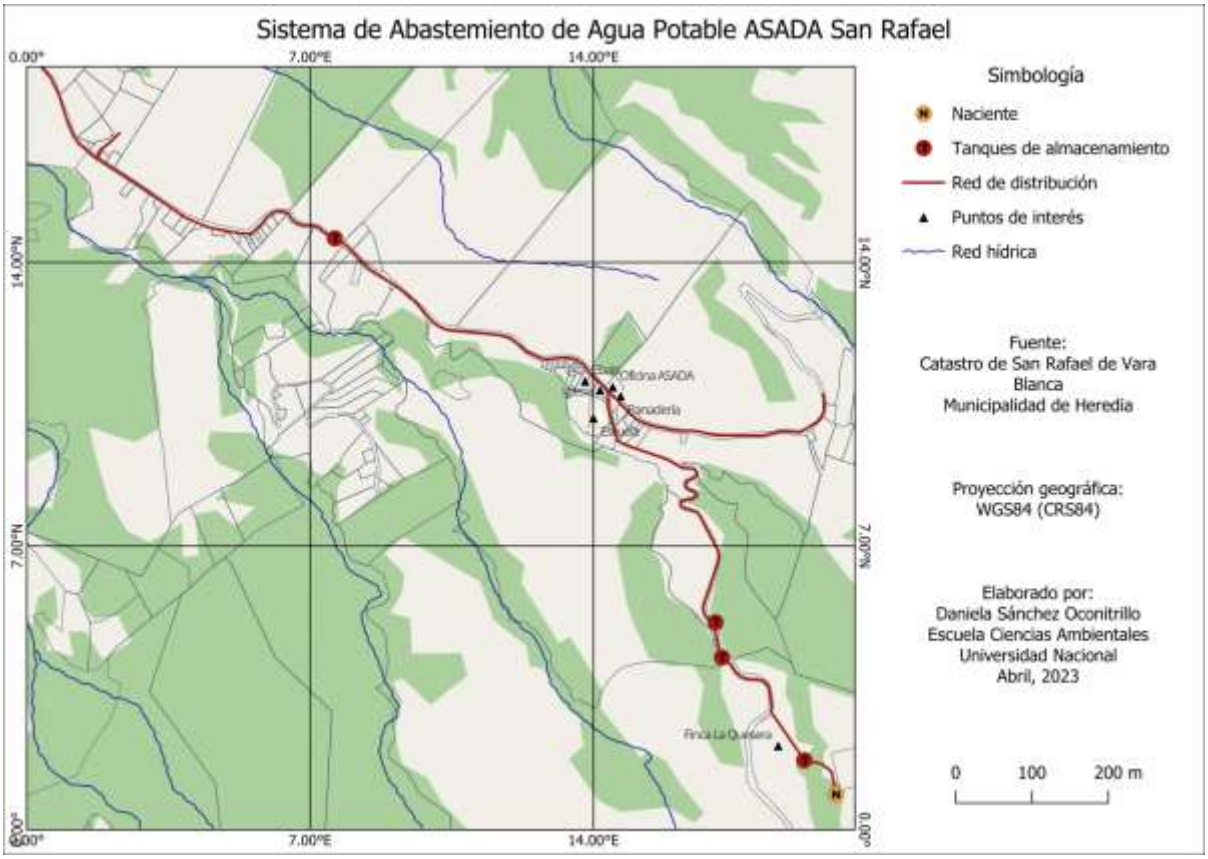
Nota: Elaboración propia (2023)

Plano del Acueducto. Uno de los riesgos que se evidenció al aplicar la guía SERSA, fue que la ASADA de San Rafael de Vara Blanca no cuenta con un esquema del sistema de distribución (plano o croquis), por lo que en la imagen 32 se puede visualizar el plano que se diseñó.

En el plano se visualizan todos los componentes del sistema de abastecimiento, la naciente, los tanques de almacenamiento y red de distribución; como también puntos de interés. Se utilizó como capa el catastro que fue suministrado por la Municipalidad de Heredia, además dentro del plano se trazó la red hídrica.

Figura 32.

Plano ASADA San Rafael de Vara Blanca



Control del Área de Influencia de las Fuentes de Abastecimiento. Según ANLA (2018), el área de influencia es un espacio geográfico en el cual se manifiestan los impactos ambientales significativos en el desarrollo de una actividad en cualquiera de sus fases sobre los diferentes

componentes; en este caso se tomaron en cuenta los componentes del medio biótico, abiótico y socioeconómico que se relacionan con el sistema de abastecimiento de la ASADA.

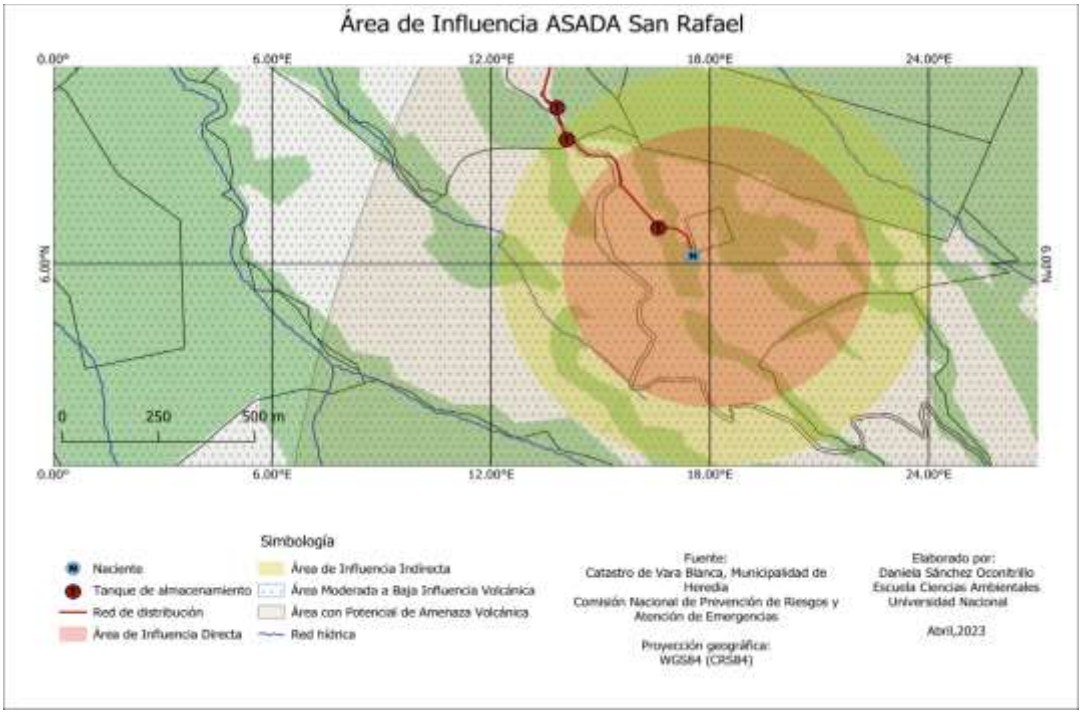
Para la identificación de los impactos ambientales del sistema de abastecimiento de agua potable de la ASADA de San Rafael se consideraron la naciente y tanques de almacenamiento que se encuentran dentro del área de influencia designadas. De esta manera, se define el área de influencia bajo dos niveles espaciales: área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta (AII).

El AID corresponde al espacio geográfico que recibe los impactos de las actividades de forma directa, mientras que el AII son las zonas alrededor del AID que pueden ser impactadas indirectamente. Para el AID se definió un radio 500 metros de distancia tomando como referencia, la naciente, con la misma distancia que se utiliza en el Manual de Instrumentos Técnicos de Evaluación Impacto Ambiental de SETENA, mientras que para el AII se definió como alcance un radio de 1 km (SETENA : Manual Instrumentos Técnicos de Evaluación Impacto Ambiental, 2005).

En la figura 33 se pueden observar las dos áreas de influencia de la ASADA de San Rafael de Vara Blanca, el área de influencia directa se representa con color rojo, mientras que el área de influencia indirecta se representa con color amarillo. Además, dentro de la simbología se identificó el área moderada a baja influencia volcánica que se representa con tipo de punto azul, el área con potencial de amenaza volcánica que se presenta con tipo de punto rojo.

Figura 33.

Área de influencia ASADA San Rafael de Vara Blanca



Área de Influencia Directa e Indirecta. Al trazar el radio de 500 metros de circunferencia del AID, se puede observar que dentro se encuentra la naciente en finca La Quesera y el tanque de almacenamiento 1, mientras que en el radio del AII solamente se encuentra el tanque de almacenamiento 2.

Componente atmosférico (calidad del aire): Dentro de la zona de influencia directa e indirecta no hay riesgo de impactos por presencia de gases contaminantes provenientes de fuentes fijas, ya que no existe ninguna industria cercana a los componentes del sistema de abastecimiento dentro de los dos radios de 500 metros y 1 km. Se identificaron dos impactos ambientales en la zona que pueden ocasionar daños a la calidad del aire, uno de ellos son las quemas abiertas en zonas cercanas a los componentes que pueden causar afectación a la calidad del aire. En este caso, la medida de control es minimizar esta actividad al máximo y si se realizaran se disponga, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para Quemas Agrícolas Controladas No 35368-MAG-S-MINAET (2009), para el otorgamiento de permisos de quemas en terrenos agrícolas, cuyos lotes se encuentren ubicados contiguo a reservas forestales, zonas protectoras, parques nacionales, reservas biológicas, refugios de vida silvestre, humedales y monumentos nacionales se debe solicitar al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) emitir un criterio técnico para su aprobación o rechazo.

El otro impacto identificado es la contaminación por gases tóxicos, según la OMS (2022), la combustión de combustibles fósiles de los vehículos (automóviles o equipo pesado) producen gases como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y otros compuestos orgánicos. Las medidas de control para este impacto son: controlar el libre acceso de vehículos dentro AID, este impacto presenta una dificultad de controlar dentro de las dos zonas de influencia ya en las zonas se realizan actividades agrícolas que involucran el paso de todo tipo de vehículos; por lo que es necesario mantener los vehículos que son utilizados dentro de la propiedad La Quesera en buen estado y realizar la revisión vehicular una vez al año para garantizar; además se debe evitar la deforestación, con el fin de no limitar la producción del oxígeno.

Componente hidrológico (calidad del agua): Entre los potenciales impactos ambientales identificados en la AID y AII que pueden dañar el componente hidrológico están: la contaminación del agua por sustancias peligrosas (pesticidas) al usar agroquímicos o biológicas (fluidos de tipo animal) por actividades agrícolas en terrenos vecinos en este caso y por no tener plan regulador existe el riesgo de la correcta eliminación de los desechos líquidos de las viviendas, las medidas de control para este probable impacto son: limitar al máximo las actividades agrícolas dentro del AID que pueden generar afectaciones a la naciente de la ASADA: si se utilizan agroquímicos en zonas cercanas a las fuentes de abastecimiento se recomienda seguir la guía para prácticas seguras en el manejo de

plaguicidas, con el fin de evitar aplicaciones innecesarias o aplicación de dosis en la mezcla que no se encuentra indicada en la etiqueta, causando sobredosis en los cultivos y resistencia de plagas, la aplicación en condiciones inadecuadas, compra de agroquímicos con un uso restringido o prohibido, desecho inadecuado de envases y el lavado de equipo en ríos o en otras áreas no apropiadas (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991).

Además, es necesario que se realicen los análisis del N2 y N3 cada 3 años a como se indica en el reglamento, para evidenciar si existen riesgos asociados a este tipo de sustancias, según los análisis realizados en el año 2021, ningún parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos y les corresponde volver a presentar los reportes para el año 2024.

En el caso de los plaguicidas son analizados en los parámetros del N4, según Reglamento para la calidad del agua potable (2015), el N4 se ejecutan por situaciones especiales, de emergencia o porque en la inspección sanitaria del MINSA se identifique un riesgo inminente de contaminación del agua.

Otro impacto identificado es el manejo inadecuado de los residuos sólidos; dentro del AID se desarrollan las actividades agrícolas como pastoreo y producción de zacate, la medida de control para este impacto es la disposición adecuada de los desechos que son generados, con el fin de que no sean lanzados a los cuerpos de agua; mediante la implementación de una educación ambiental dirigida a la comunidad sobre la clasificación de residuos, como también por medio de la iniciativa de aplicar las 3R (reducir, reciclar y reutilizar) y el trabajo en conjunto con la Municipalidad de Heredia para gestionar adecuadamente los residuos. Los tipos de residuos que pueden ser generados dentro de la zona de influencia son: bolsas plásticas, sacos de papel, recipientes plásticos o metálicos, estiércol, tubos PVC, cajas de cartón o residuos de tipo vegetal.

Componente Suelo: De momento la Municipalidad de Heredia no ha realizado la determinación de uso de suelo de la zona de estudio ni poseen plan regulador, por lo que, no se pueden identificar los impactos causantes de movimientos de tierra, pero cabe mencionar que dentro del AID no desarrollan actividades que involucren movimientos de tierra que puedan generar impactos en la estabilidad y propiedades del suelo. Al realizar actividades, como la producción de zacate y pastoreo dentro de la AII se pueden generar impactos al suelo, como la erosión causando pérdida de la capa superficial de suelo y el sobrepastoreo, al incrementar el número del ganado en la zona se genera la degradación del suelo y disminución de la capacidad de filtración del suelo (Espinoza, 2019).

Entre las medidas de control para los impactos anteriormente mencionados son: Mantener una cubierta de plantas en crecimiento y otros residuos de tipo vegetal, con el fin de proteger la superficie

del suelo, rotación de cultivo y evitar la intensidad del pastoreo mediante el traslado de ganado a otros pastos, para que el suelo se pueda regenerar (Montenegro et al., 2018).

Un potencial impacto ambiental identificado es la contaminación por residuos sólidos por actividades humanas, la medida de control igual que en el componente anterior, es la disposición adecuada de los desechos que sean generados, con el fin de que no sean depositados en el suelo, mediante la implementación de la educación ambiental dirigida a la comunidad sobre la clasificación de residuos, como también la iniciativa de aplicar las 3R (reducir, reciclar y reutilizar) y el trabajo en conjunto con la Municipalidad de Heredia para gestionar adecuadamente los residuos. Los tipos de residuos que pueden ser generados dentro de la zona de influencia son: bolsas plásticas, sacos de papel, recipientes plásticos o metálicos, estiércol, tubos PVC, cajas de cartón y residuos de tipo vegetal.

Componente geológico: Entre los potenciales impactos ambientales que se puedan generar dentro de la IAD y la AII se dan por amenazas de tipo natural, por ejemplo, derrumbes o deslizamientos, ya que por las características topográficas, geológicas y climáticas del cantón de Heredia existe una gran cantidad de regiones vulnerables a este tipo de proceso.

También pueden ser ocasionados por sismos y erupciones volcánicas, ya que por la cercanía del cantón de Heredia a los volcanes Barva y Poás, este presenta una especial vulnerabilidad a las erupciones volcánicas, especialmente provenientes del Volcán Barva. Hacia el norte de la ciudad de Heredia (3 km) se localiza un fallamiento muy reconocido, falla de Alajuela. A mayor distancia existe una fuente sísmica muy activa, Toro Amarillo. También, al sur del Valle Central existen fallas que en períodos de actividad importante han causado daños de consideración.

La Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) ha desarrollado una serie de acciones con respecto a este tipo de emergencia, ya sea en caso de erupciones volcánicas o sismos, por lo que, la medida de control para este impacto es la constante comunicación y seguimiento del plan de emergencias de la zona. Los sectores más vulnerables son, sobre todo, los márgenes de los principales ríos, donde la pendiente en conjunto con la erosión y el alto contenido de humedad del suelo favorece los deslizamientos y derrumbes. Además, aquellos sitios donde se han practicado cortes a caminos y tajos (Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, 2015).

Componente flora y fauna: Dentro de la AID y AII no se realizan actividades que afecten la flora y fauna, ya sea por remoción o cambio en la vegetación y migración de especies por cambios en el hábitat, además se logró observar que aún se conserva la vegetación dentro de las zonas de

influencia y se observa abundante vegetación. Los impactos que han afectado la flora y fauna del lugar se deben en su mayoría a amenazas naturales, producto de sismos en la zona.

Medio socioeconómico: Mediante la información brindada por la Municipalidad de Heredia se obtuvo el catastro de Vara Blanca, como también las patentes municipales, con el fin de conocer el comportamiento del componente socioeconómico. En el poblado de San Rafael existen 52 fincas y solamente poseen 3 patentes municipales, las cuales son: un taller de motos, una panadería y una venta de queso y lácteos; en este caso ninguna de las actividades comerciales identificadas se encuentra de la zona de influencia, evitando ocasionar impactos a la fuente de abastecimiento. Dentro de la AID se encuentran ubicadas 9 fincas, pero todas corresponden a casas de habitación y no existen patentes comerciales.

Identificación del Riesgo y Vulnerabilidad Asociado a las Fuentes de Agua y Tanques de Almacenamiento. En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos mediante la metodología de la guía SERSA, al aplicar las fichas a los 8 componentes del sistema de abastecimiento de la ASADA de San Rafael de Vara Blanca (apéndice 4, tabla 4.1). Se puede observar que solamente en los componentes de la línea de conducción y sistema de distribución se presenta un riesgo tipo bajo, SERSA los codifica con color celeste mientras que, en los demás componentes, el riesgo es de tipo nulo en color azul.

Tabla 14.

Resumen de riesgos según fichas SERSA, ASADA San Rafael De Vara Blanca

Ficha SERSA	Número de respuestas con "SÍ"	Clasificación de Riesgo	Código de color
Naciente	0	NULO	
Tanque 1	0	NULO	
Tanque 2	0	NULO	
Tanque 3 y 4	0	NULO	
Tanque 5	0	NULO	
Línea de conducción y sistema de distribución	1	BAJO	

Nota: Elaboración propia (2023).

El factor identificado en la línea de conducción y sistema de distribución se debe a que no poseen un esquema del sistema de distribución (plano o croquis), el cual por medio del presente trabajo se elaboró un croquis del sistema para eliminar el riesgo dentro de la evaluación de sistema de abastecimiento.

En este caso, la guía solicita realizar acciones para disminuir los factores de riesgo mediante un plan de acciones correctivas por medio de una orden sanitaria al operador para corregir la situación en un plazo de 5 días hábiles. Los resultados de la aplicación de la guía se le compartirán al ARSH, para que realicen los trámites y la ASADA pueda corregir lo indicado (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Puntos de Recolección y Toma de Muestras. La frecuencia y toma de muestra se realiza, de acuerdo con la cantidad de población abastecida en este caso, la ASADA cuenta con menos de 2 000 personas, por lo que, se realiza de la siguiente manera:

Frecuencia de recolección de muestras del CO: Debe ser realizado por la ASADA y se debe llevar un registro (bitácora) de los datos recolectados en las mediciones.

Tabla 15.

Recolección de muestras CO en San Rafael de Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras	Parámetro
Mensual	Salida del tanque 1 (negro)	1	Turbiedad (UNT)
	Salida tanque 4 (negro)	1	Olor
	A la mitad de la línea 1 (abonado)	1	pH
	A la mitad de línea 2 (abonado)	1	Cloro residual (mg/L)

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Frecuencia de recolección de muestras del N1: Mediante el recorrido realizado en campo del sistema de abastecimiento se identificaron aquellos lugares de muestreo que son los más representativos, según el Reglamento de la Calidad del Agua Potable. El muestreo del control N1 debe ser realizado mediante un laboratorio acreditado que cuente con el PSF otorgado por el MINSA.

Tabla 16.

Recolección de muestras N1 en San Rafael de Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras	Total de muestras mínimas por año	Parámetro
Semestral	Tanque 1 (negro)	1	10	Color aparente (U-Pt-Co)
	Tanque 2 (cerámica)	1		
	Tanque 3 (color negro)	1		

Tanque 4 (color negro)	1	Conductividad (µS/cm o UFC/100 ml)
Tanque 5 (azul)	1	
Línea 1: inicio (casa abonada), mitad (casa abonado), final (casa abonado)	3	Escherichia coli (NMP/100 ml o UFC/100 ml)
Línea 2: inicio (casa abonada), mitad (casa abonado), final (casa abonado)	3	Cloro residual libre (mg/L)
		Cloro residual combinado (mg/L)

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

NOTA: El grifo seleccionado para el muestreo, debe estar ubicado lo más próximo a la conexión domiciliaria.

Frecuencia de recolección de muestras del N2 y N3: Según el Reglamento para la calidad del agua potable (2015), los análisis del N2 y N3 solamente deben ser realizados en la naciente y en la red de distribución. El muestreo del control N2 debe ser realizado mediante un laboratorio acreditado que cuente con el PSF otorgado por el MINSA.

Tabla 17.

Recolección de muestras N2 y N3 en San Rafael de Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras	Parámetro N2	Parámetro N3
Cada 3 años	Salida del tanque 1 (negro)	1	Aluminio	Amonio
	Salida tanque 4 (negro)	1	Calcio	Antimonio
	Al final de la línea 1	1	Cloruro	Arsénico
	Al final de línea 2 (abonado)	1	Cobre Dureza Fluoruro Hierro Magnesio Manganeso Potasio Sodio Sulfato Zinc	Cadmio Cianuro Cromo Mercurio Níquel Nitrato Nitrito Plomo Selenio

Nota: Reglamento Calidad de Agua Potable (2015).

Programa de Control de la Calidad del Agua Potable ASADA de Vara Blanca

Identificación y Descripción de la Zona de las Fuentes de Abastecimiento. Vara Blanca es el quinto distrito de la parte norte del cantón central de Heredia. Está constituido por los poblados de Jesús María, Vara Blanca, Legua, Legua de Barva, Montaña Azul, San Rafael y Virgen del Socorro. El distrito fue creado mediante el Decreto N. 1819-G del 5 de julio de 1971. Se encuentra en las coordenadas geográficas 10° 10′ 47” latitud norte y 84° 02′ 46” longitud oeste (Procuraduría General de la República, 2017).

Vara Blanca cuenta un ancho máximo de 39 km en la parte norte, desde noroeste a suroeste desde la confluencia de la Quebrada Socorro y el Río Volcán, 300 metros hacia la naciente del anterior río hasta la ladera norte del Cerro Zurquí (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), s.f.).

Límites: Al norte con Sarapiquí, al sur con San Rafael de Heredia, al este con el Parque Nacional Braulio Carrillo y al oeste con Alajuela.

Altitud: La altitud de Vara Blanca es de 1.804 m.s.n.m.

Clima: Su clima es tropical húmedo, generalmente templado y lluvioso de altura.

Vegetación: Bosque muy húmedo montano bajo, bosque no alterado, siempre verde (Solano y Villalobos, 2020).

Temperatura: Temperaturas promedio de 22°C.

Precipitación: Un promedio de pluviométrico de 3 200 mm anual (Ruiz, 2017).

Hidrografía: Sistema fluvial en la parte norte del cantón corresponde a la subvertiente Norte, de la vertiente del Caribe, el cual comprende las cuencas de los ríos Sarapiquí y Chirripó.

Geología: Constituido por rocas de origen volcánico, tales como lavas, tobas y piroclásticos, Andosol y Litosol, ya que son suelos poco evolucionados o desarrollados, compuestos de cenizas volcánicas, pesados, compactos y poco profundos, de tipo montaña (Solano y Villalobos, 2020).

Geomorfología: Sector caracterizado por faldas de cordilleras con topografía uniforme y valles intermontanos, de relieve plano y en algunas áreas sumamente onduladas (Huguenin, 2011).

Descripción social: Su población es de 700 habitantes, 380 son hombres y 320 son mujeres (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2011)

Servicios básicos

- Viviendas con abastecimiento de agua de acueducto: 74,6% viviendas
- Viviendas con servicio sanitario conectado alcantarillado sanitario o a tanque séptico: 95,2 % viviendas

- Viviendas con electricidad: 99,5 % viviendas (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2011).

Descripción socioeconómica: Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2009), Vara Blanca se caracteriza por la producción de fresa, ganadería y turismo. De acuerdo con la información recolectada por el ARSH, en la tabla 18 se detallan los establecimientos ubicados en el distrito de Vara Blanca.

Tabla 18.

Establecimientos en Vara Blanca

Tipo de establecimiento	Cantidad
Elaboración y venta de alimentos	18
Ferretería	1
Floristería	1
Bodega de alimentos	2
Hoteles	2
Industria de alimentos	2
Oficinas	1
Lavandería	1
Panadería	5
Supermercados	7
Verdulería	5

Nota: Ministerio de Salud (2023).

Indicadores de tenencia y estado de vivienda: El total de viviendas individuales es de 209 viviendas y el promedio de ocupación por vivienda es de 3,3 (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2011).

Acueducto: El sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Vara Blanca no es administrado por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, sino que está bajo la responsabilidad de las Asociaciones Administradoras de Agua o ASADAS.

Tabla 19.

Datos generales ASADA de Vara Blanca

1. Información general del ente administrador	
Nombre del representante legal	Alexis Morera Meléndez (fallecido)
Cédula	900420237
Razón Social	Asociación Administradora del Acueducto Sanitario de Vara Blanca
Cédula Jurídica	3-002-345044
Miembros de la ASADA	Roberto Leitón Fernández, secretario.

	Joaquín González Núñez, fontanero. Víctor Meléndez Quirós (nombramiento presidente) Edgar Hernández González (cobrador)
Medios para notificación y comunicación	Teléfono 24822510 Correo maxanezo.ma@gmail.com
Dirección de la oficina de la ASADA	Continuo a la panadería y repostería Titos.
Número de abonados	240 abonados
Año de construcción	1975
2. Descripción del sistema de abastecimiento	
Fuente	Naciente
Registro MINAE	273R
Nombre de la naciente	El Desengaño
Coordenadas	WGS84 Longitud 84°15′57.97″, Latitud 10°16′62.30″
Ubicación naciente	Se ubica a unos 800 m de la entrada de la "Finca la Georgina"
Cobertura de abastecimiento	Poblado de Vara Blanca
Captación	La captación esta enchapada en cerámica, cuenta con un sistema de candado, drenaje y una tapa de revisión en la parte superior de la infraestructura
Tipo de sistema	La conducción del agua y la distribución en la red se hacen por gravedad
Tubería de conducción	La tubería de conducción va de la naciente a los tanques, se conduce sobre la línea del río, de material PVC de 3 y 2 pulgadas. La longitud de la tubería de conducción desde la naciente a los tanques es de 800 m. Se encuentra expuesta antes del primer tanque de almacenamiento, después del tanque se encuentra enterrada
Tubería de distribución	Existen dos líneas o tuberías de distribución. Ambas tuberías son de 2 pulgadas de diámetro, de PVC.
Sistema de cloración	Poseen un clorador. Se clora con pastillas marca NSF, el activo principal es el Tricloro-s-triazinetriona al 99,4%,
Tanques de almacenamiento	**Tanque 1** Coordenadas: WGS84 Longitud 84°08′55.131″, Latitud 10°09′12.679″. Capacidad: 10 000 L **Tanque 2** Coordenadas: WGS84 Longitud 84°08′57.921″, Latitud 10°09′9.611″**.** Capacidad: 10 000 L **Tanque 3** Coordenadas: WGS84 Longitud 84°09′28.703″, Latitud 10°10′39.772″. Capacidad: 10 000 L **Tanque 4** Coordenadas: WGS84 Longitud 84°09′17.476″, Latitud 10°11′33.052″. Capacidad: 10 000 L

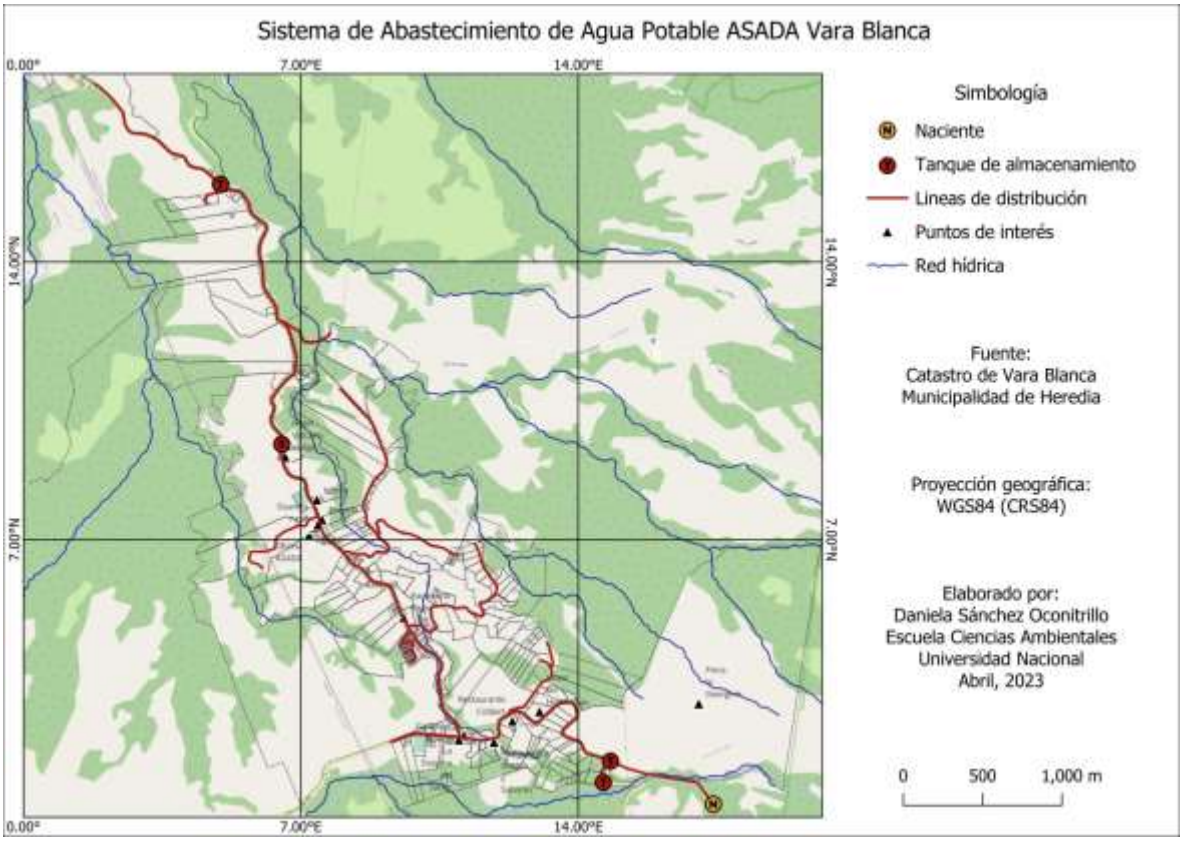
Nota: Elaboración propia (2023).

Plano del Acueducto. Plano del Acueducto. Uno de los riesgos que se evidenció al aplicar la guía SERSA, fue que la ASADA de Vara Blanca no cuenta con un esquema del sistema de distribución (plano o croquis), por lo que en la imagen 33 se puede visualizar el plano que se diseñó.

En el plano se visualizan todos los componentes del sistema de abastecimiento, la naciente, los tanques de almacenamiento y red de distribución; como también puntos de interés. Se utilizó como capa el catastro que fue suministrado por la Municipalidad de Heredia, además dentro del plano se trazó la red hídrica.

Figura 34.

Plano ASADA Vara Blanca



Control del Área de Influencia de las Fuentes de Abastecimiento. Según ANLA (2018), el área de influencia es un espacio geográfico donde se manifiestan los impactos ambientales significativos en el desarrollo de una actividad en cualquiera de sus fases sobre los diferentes componentes en este caso, se tomaron en cuenta los componentes del medio biótico, abiótico y socioeconómico que se relacionan con el sistema de abastecimiento de la ASADA.

Para la identificación de los impactos ambientales del sistema de abastecimiento de agua potable de Vara Blanca se consideraron todos los componentes de la naciente y tanques de

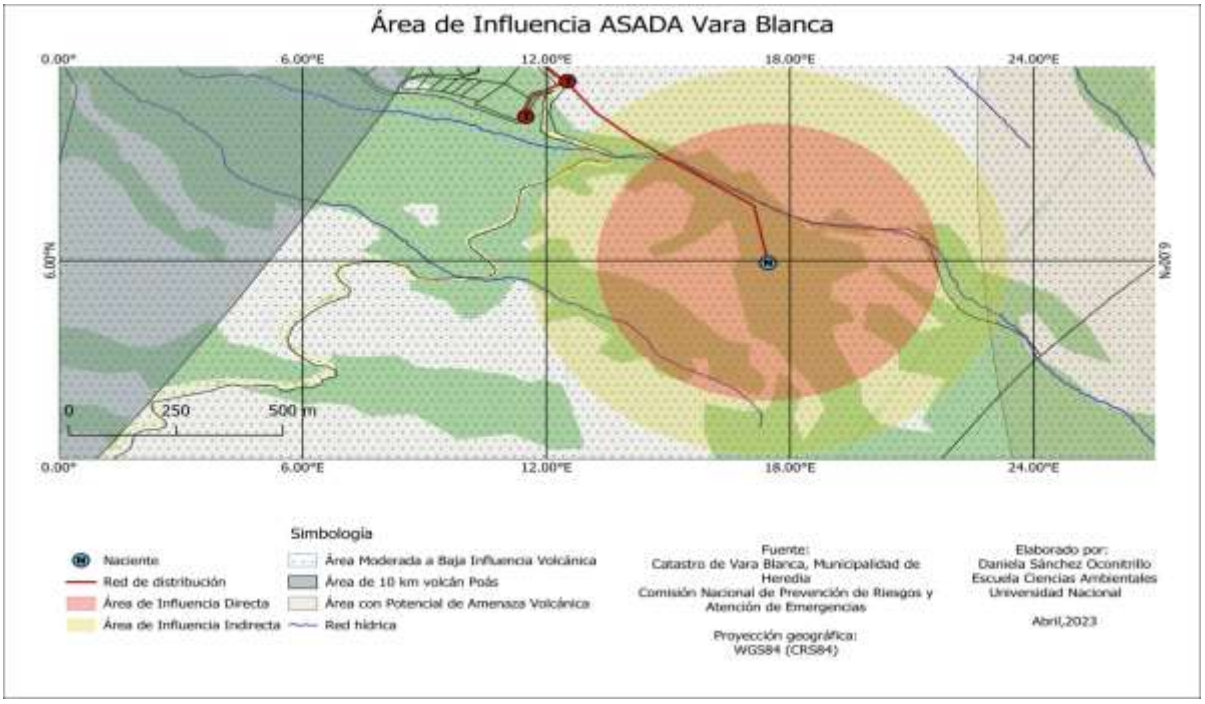
almacenamiento que se encuentran dentro del área de influencia. De esta manera, se define el área de influencia bajo dos niveles espaciales: área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta (AII).

El AID corresponde al espacio geográfico que recibe los impactos de las actividades de forma directa, mientras que el AII son las zonas alrededor del AID que pueden ser impactadas indirectamente. Para el AID se definió un radio de 500 metros de distancia tomando como referencia, la naciente misma distancia que se utiliza en el Manual de Instrumentos Técnicos de Evaluación Impacto Ambiental de SETENA, mientras que para el AII se definió como alcance un radio de 1km (SETENA: Manual Instrumentos Técnicos de Evaluación Impacto Ambiental, 2005).

En la figura 35 se pueden observar las dos áreas de influencia de la ASADA de Vara Blanca, el área de influencia directa se representa con rojo, mientras que el área de influencia indirecta se representa con color amarillo; además dentro de la simbología se identifica el área moderada a baja influencia volcánica que se representa con tipo punto azul, el área de influencia de 10 km del volcán Poas representado con el sombreado azul y el área con potencial de amenaza volcánica con tipo de punto rojo.

Figura 35.

Área de influencia ASADA de Vara Blanca



Área de Influencia Directa e Indirecta. Al trazar el radio de 500 metros de circunferencia del AID se puede observar que, solamente se encuentra la naciente en la finca La Georgina y dentro de la AII no se ve involucrado ningún componente del sistema de abastecimiento.

Al designar la circunferencia de las Áreas de Influencia se identifica que la distancia abarca mayoritariamente, la finca La Georgina y alrededores y al existir la limitante de la inexistencia de la servidumbre de paso hacia la naciente, la presencia de impactos ambientales se ve directamente relacionados a las actividades realizadas dentro de la finca.

Componente atmosférico (calidad del aire): En la zona de influencia directa e indirecta hay un leve riesgo de ocasionar un impacto ambiental por presencia de gases contaminantes provenientes de fuentes fijas, ya que dentro de la finca La Georgina se desarrollan actividades industriales como la lechería, aunque cabe mencionar que dentro de las instalaciones no existen calderas.

Se identificaron dos impactos ambientales que pueden ocasionar daños a la calidad del aire, uno de ellos son las quemas abiertas en zonas cercanas a los componentes que pueden causar afectación a la calidad del aire, la medida de control para este impacto es que se mantenga una comunicación con el propietario de la finca sobre este minimizar el impacto relacionado a actividades de quema abiertas dentro de la AID y si se realizaran se disponga, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para Quemas Agrícolas Controladas Nº 35368-MAG-S-MINAET (2009), para el otorgamiento de permisos de quemas en terrenos agrícolas, cuyos lotes se encuentren ubicados continuo a reservas forestales, zonas protectoras, parques nacionales, reservas biológicas, refugios de vida silvestre, humedales y monumentos nacionales donde se debe solicitar al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) emitir un criterio técnico para su aprobación o rechazo.

El otro impacto identificado es la contaminación por gases tóxicos, según la OMS (2022), la combustión de combustibles fósiles de los vehículos (automóviles o equipo pesado) producen gases como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y otros compuestos orgánicos; al estar en propiedad privada se le imposibilita a la administración de la ASADA implementar las medidas de control como controlar el paso de vehículos en zonas cercanas a la fuente de abastecimiento, por lo que, se les sugiere llevar el registro de los eventos que se presentan.

Componente hidrológico (Calidad del agua): Entre los impactos ambientales identificados en la AID y AII que pueden dañar el componente hidrológico están: la contaminación del agua por sustancias peligrosas (pesticidas) o biológicas (fluidos de tipo animal) y por actividades agrícolas desarrolladas en la finca La Georgina y por no tener plan regulador existe el riesgo de la correcta eliminación de los desechos líquidos de las viviendas, aunque cabe mencionar que existe una distancia de más de 500 metros entre las actividades desarrolladas en la lechería y la naciente, por lo que, la

probabilidad de ocurrencia de este impacto es bajo, aunque es necesario como medida de control que la administración comunique sobre este impacto al propietario de la finca y se mantenga la vigilancia para evitar este impacto sobre el recurso natural.

Además, es necesario que se realicen los análisis del N2 y N3 cada 3 años a como se indica en el reglamento, para evidenciar si existen riesgos asociados a este tipo de sustancias, según los análisis realizados en el año 2021, ningún parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos y les corresponde volver a presentar los reportes para el año 2024. En el caso de los plaguicidas son analizados en los parámetros del N4, según Reglamento para la calidad del agua potable (2015), el N4 se ejecuta por situaciones especiales, de emergencia o porque en la inspección sanitaria del MINSA se identifique un riesgo inminente de contaminación del agua.

Otro impacto identificado es el manejo inadecuado de los residuos sólidos, dentro del AID y AII se desarrollan las actividades agrícolas como lechería y pastoreo, la medida de control para este impacto es la disposición adecuada de los desechos que sean generados, con el fin que no sean lanzados a los cuerpos de agua, mediante la implementación de una educación ambiental dirigida a la comunidad sobre la clasificación de residuos y también con la iniciativa de aplicar las 3R (reducir, reciclar y reutilizar) y el trabajo en conjunto con la Municipalidad de Heredia para gestionar adecuadamente los residuos. Los tipos de residuos que pueden ser generados dentro de la zona de influencia son: bolsas plásticas, sacos de papel, recipientes plásticos, vidrio o metálicos, estiércol, tubos PVC, cajas de cartón, residuos de tipo vegetal, chatarra y artículos de construcción como palas, carretillas y madera.

Componente suelo: De momento, la Municipalidad de Heredia no ha realizado la determinación de uso de suelo de la zona de estudio ni poseen plan regulador, por lo que no se pueden identificar los impactos causantes de movimientos de tierra; sin embargo, cabe mencionar que dentro del AID no se desarrollan actividades que involucren movimientos de tierra que puedan generar impactos en la estabilidad y propiedades del suelo. Al realizar actividades donde se involucra el ganado se pueden generar impactos al suelo, como la erosión causando pérdida de la capa superficial de suelo y el sobrepastoreo, al incrementar el número del ganado en la zona, generando la degradación del suelo y disminución de la capacidad de filtración del suelo (Espinoza, 2019).

Las medidas de control para los impactos anteriormente mencionados son: Mantener una cubierta de plantas en crecimiento y otros residuos de tipo vegetal, con el fin de proteger la superficie del suelo y evitar la intensidad del pastoreo mediante el traslado de ganado a otros pastos, para que el suelo se pueda regenerar (Montenegro et al., 2018).

Un potencial impacto ambiental identificado es la contaminación por residuos sólidos por actividades humanas, la medida de control igual que en el componente anterior, es la disposición adecuadamente de los desechos que sean generados de las actividades realizadas, con el fin que no sean depositados en el suelo, mediante la implementación de la educación ambiental dirigida a la comunidad sobre la clasificación de residuos, como también la iniciativa de aplicar las 3R (reducir, reciclar y reutilizar) y el trabajo en conjunto con la Municipalidad de Heredia para gestionar adecuadamente, los residuos entre los actores involucrados, también se debe involucrar al propietario de la finca La Georgina, además de mantener una constante comunicación con él para realizar la vigilancia adecuada en los impactos identificados.

Los tipos de residuos que pueden ser generados dentro de la zona de influencia son: bolsas plásticas, sacos de papel, recipientes plásticos, vidrio o metálicos, estiércol, tubos PVC, cajas de cartón, residuos de tipo vegetal, chatarra, artículos de construcción como palas, carretillas y madera.

Componente geológico: Entre los potenciales impactos ambientales que se puedan generar dentro de la IAD y la AII son: por amenazas de tipo natural, por ejemplo, derrumbes o deslizamientos, ya que, por las características topográficas, geológicas y climáticas del cantón de Heredia, existen una gran cantidad de regiones vulnerables a este tipo de proceso.

También pueden ser ocasionados por sismos y erupciones volcánicas, ya que por la cercanía del cantón de Heredia a los volcanes Barva y Poás, este presenta una especial vulnerabilidad a las erupciones volcánicas, especialmente provenientes del Volcán Barva. Hacia el norte de la ciudad de Heredia (3 km) se localiza un fallamiento muy reconocido, falla de Alajuela. A mayor distancia, existe una fuente sísmica muy activa, Toro Amarillo. También, al sur del Valle Central existen fallas que en períodos de actividad importante han causado daños de consideración. La Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) ha desarrollado una serie de acciones, en relación con este tipo de emergencia, ya sea en caso de erupciones volcánicas o sismos, por lo que, la medida de control para este impacto es la constante comunicación y seguimiento del plan de emergencias de la zona. Los sectores más vulnerables son las que están hacia los márgenes de los principales ríos, donde la pendiente en conjunto con la erosión y el alto contenido de humedad del suelo favorece los deslizamientos y derrumbes. Además, aquellos sitios donde se han practicado cortes a caminos y tajos (Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, 2015).

Componente flora y fauna: Dentro de la AID y AII no se realizan actividades que afecten la flora y fauna, ya sea por remoción o cambio en la vegetación y migración de especies por cambios en el hábitat, además se logró observar que aún se conserva la vegetación dentro de las zonas de influencia y dentro de los márgenes de la naciente se observa abundante vegetación. Los impactos que

han afectado la flora y fauna del lugar se deben mayormente a amenazas naturales y producto de sismos en la zona.

Medio socioeconómico: Mediante la información brindada por la Municipalidad de Heredia se obtuvo el catastro de Vara Blanca y las patentes municipales de comercios, con el fin de conocer el comportamiento del componente socioeconómico. En el poblado de Vara Blanca existen 378 fincas y poseen 26 patentes municipales, con actividades de comercio como: fábricas de alimentos, restaurantes y sodas, ferreterías, abastecedores, hotelería, panaderías y lavanderías.

Dentro de la AID se encuentran 9 fincas, pero todas corresponden a casas de habitación y solamente, existe la patente comercial de la finca #P00080 (finca La Georgina), en ella existen casas de habitación de los mismos trabajadores de la lechería, más no existen otras patentes comerciales.

Identificación del Riesgo y Vulnerabilidad Asociado a las Fuentes de Agua y Tanques de Almacenamiento. Al aplicar la metodología indicada en la guía SERSA, en la tabla 20 se pueden observar los resultados obtenidos al aplicar las fichas a los 6 componentes del sistema de abastecimiento de la ASADA de Vara Blanca, para observar la guía en detalle, ver apéndice 4, tabla 4.2. En la revisión de la clasificación de riesgo se puede observar que solamente el componente de línea de conducción y sistema de distribución tuvo 4 respuestas como "SÍ" en la sumatoria representando un riesgo intermedio codificado en color verde; en los demás componentes, el riesgo se presenta como nulo, es decir, en color azul.

Tabla 20.

Resumen de riesgos según fichas SERSA, ASADA Vara Blanca

Ficha SERSA	Número de respuestas con "SI"	Clasificación de Riesgo	Código de color
Naciente	0	NULO	
Tanque 1	0	NULO	
Tanque 2	0	NULO	
Tanque 3	0	NULO	
Tanque 4	0	NULO	
Línea de conducción y sistema de distribución	4	INTERMEDIO	

Nota: Elaboración propia (2023).

El factor de riesgo identificado en el diagnóstico es intermedio en la línea de conducción y sistema de distribución se debe a que se presentan 3 problemas en el sistema, incumpliendo los factores de riesgo de las preguntas 4, 5 y 10 de la guía SERSA. Como primer factor de riesgo se

observaron fugas visibles en algunas partes de la red de distribución, como es el caso en la tubería del puente de concreto y la tubería en los tanques 2, 3 y 4, por lo que, se debe realizar la reparación de la tubería o el cambio de esta; el segundo factor de riesgo identificado es que existen variaciones significativas de presión en la red, este es el mayor problema que presenta el sistema de abastecimiento, donde la presión que tiene el sistema está causando problemas de fugas en las tuberías, para este tipo de riesgo se debe implementar más tanques quiebra gradientes o válvulas reductoras de presión que ayuden a controlar la presión del sistema (Cordero, 2014).

El último factor de riesgo identificado es que carecen de un croquis o plano del sistema de distribución, el cual por medio del presente trabajo se elaboró el croquis del sistema para eliminar el riesgo dentro de la evaluación de sistema de abastecimiento.

Para un riesgo intermedio, la normativa indica que se debe emitir una orden sanitaria para corregir los favores de riesgos detectados en un plazo de 5 días hábiles, los resultados de la aplicación de la guía se le compartirán al ARSH, para que realicen los trámites y la ASADA pueda corregir lo indicado (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

Puntos de recolección y toma de muestras. La frecuencia y toma de muestra se realiza, de acuerdo con la cantidad de población abastecida en este caso la ASADA que, cuenta con menos de 2 000 personas, por lo que, se realiza de la siguiente manera:

Frecuencia de recolección de muestras del CO: Los análisis del CO deben ser realizados por la ASADA, además se debe llevar una bitácora para el registro de los datos recolectados en las mediciones.

Tabla 21.

Recolección de muestras CO en Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Número de muestra	Parámetro
Mensual	Salida tanque 1	1	Turbiedad (UNT)
	Salida tanque 3 (negro)	1	Olor
	A la mitad de la línea 1 (abonado)	1	Sabor pH
	A la mitad de línea 2 (abonado)	1	Cloro residual (mg/L)

Nota: Reglamento de la calidad del agua potable (2015).

Frecuencia de recolección de muestras del N1: Mediante el recorrido realizado en campo del sistema de abastecimiento se identificaron aquellos lugares de muestreo que son los más

representativos, según el Reglamento de la Calidad del Agua Potable. El muestreo del control N1 debe ser realizado mediante un laboratorio acreditado que cuente con el PSF otorgado por el MINSA.

Tabla 22.

Recolección de muestras N1 en Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Cantidad de muestras	Total de muestras mínimas por año	Parámetro
Semestral	Naciente	1	10	Color aparente (U-Pt-Co)
	Tanque 1 (negro)	1		Conductividad (µS/cm o UFC/100 ml)
	Tanque 2 (cerámica)	1		
	Tanque 3 (color negro)	1		Escherichia coli (NMP/100 ml o UFC/100 ml)
	Tanque 4 (color negro)	1		
	Línea 1: inicio (casa abonada), mitad (casa abonado), final (casa abonado)	3		Cloro residual libre (mg/L)
	Línea 2: inicio (casa abonada), mitad (casa abonado), final (casa abonado)	3		Cloro residual combinado (mg/L)

Nota: Reglamento de la calidad del agua potable (2015).

NOTA: El grifo seleccionado para el muestreo debe estar ubicado lo más próximo a la conexión domiciliaria.

Frecuencia de recolección de muestras del N2 y N3: Según el Reglamento para la Calidad del Agua Potable (2015), los análisis del N2 y N3 solamente deben ser realizados en la naciente y en la red de distribución. El muestreo del control N2 debe ser realizado mediante un laboratorio acreditado que cuente con el PSF otorgado por el MINSA.

Tabla 23.

Recolección de muestras N2, N3 en Vara Blanca

Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Número de muestra	Parámetro N2	Rango de valor N3
Cada 3 años	Salida del tanque 1 (negro)	1	Aluminio Calcio Cloruro Cobre Dureza Fluoruro Hierro Magnesio Manganeso Potasio Sodio Sulfato Zinc	Amonio Antimonio Arsénico Cadmio Cianuro Cromo Mercurio Níquel Nitrato Nitrito Plomo Selenio
	Salida tanque 4 (negro)	1		
	Al final de la línea 1 (abonado)	1		
	A final de línea 2 (abonado)	1		

Nota: Reglamento de la calidad del agua potable (2015).

Acciones para una Ejecución Eficaz de los Programas de Control de la Calidad del Agua Potable.

Herramientas de Apoyo

Con el fin de facilitar a los fontaneros un mejor control de los análisis realizados en el CO se elaboraron dos herramientas. La primera consiste en un Word diseñado como bitácora para el registro de información de los análisis de CO. De acuerdo con el Reglamento de la Calidad del Agua, cada ASADA debe realizar los análisis de CO (turbiedad, olor y cloro residual), con el objetivo de garantizar la calidad del agua, la frecuencia y cantidad de muestras realizadas de acuerdo con la cantidad de población abastecida. Para las ASADAS en estudio, al abastecer una población con menos de 2 000 personas, los análisis del CO deben ser realizados mensualmente (Reglamento para la calidad del agua potable, 2015).

La herramienta diseñada tiene como objetivo, mantener un mejor control y seguimiento de los análisis que deben realizar los fontaneros y funciona como evidencia de seguimiento ante el MINSA. Para el diseño del documento se consideraron la fecha y hora de muestreo, cantidad de muestras, los parámetros que se deben analizar y el rango de valor permisible de cada uno de ellos.

Además, se indican los puntos de muestreo que deben ser realizados y un espacio para anotar quién realiza el análisis. Se les indica que mejorar la identificación de posibles irregularidades y los

análisis de CO se debe realizar como la muestra en un mismo punto (abonado) de la red de distribución. En la tabla 24 se puede observar el diseño de bitácora para la ASADA de San Rafael.

Tabla 24.

Bitácora mensual de medición para ASADA San Rafael

	BITACORA MENSUAL DE MEDICION CONTROL OPERATIVO								Tipo de documento Formato
	Fecha Elaboración 23-01-2023					Fecha Última Modificación 23-01-2023			Versión 1
Lugar o Área	Cantidad de muestras	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Turbiedad (UNT) 1-5	Olor Aceptable	pH 6 - 8	Cloro residual (mg/L) 0,3 - 1	Realizó	Observaciones
Salida del tanque 1 (negro)	1								
Salida tanque 4 (negro)	1								
A la mitad de la línea 1 (abonado)	1								
A la mitad de línea 2 (abonado)	1								

Nota: Elaboración propia (2023).

En la tabla 25 se puede observar el diseño de la bitácora para la ASADA de Vara Blanca.

Tabla 25.

Bitácora mensual de medición para ASADA Vara Blanca

	BITACORA MENSUAL DE MEDICION CONTROL OPERATIVO								Tipo de documento Formato
	Fecha Elaboración 23-01-2023					Fecha Última Modificación 23-01-2023			Versión 1
Lugar o Área	Cantidad de muestras	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Turbiedad (UNT) 1-5	Olor Aceptable	pH 6 - 8	Cloro residual (mg/L) 0,3 - 1	Realizó	Observaciones
Salida tanque 1	1								
Salida tanque 3 (negro)	1								
A la mitad de la línea 1 (abonado)	1								
A la mitad de línea 2 (abonado)	1								

Nota: Elaboración propia (2023).

Además, se elaboró una segunda herramienta que consiste en un video explicativo en el que se describen cada uno de los apartados del programa de calidad de agua potable y las diferentes actividades que se deben desarrollar para mantenerlo actualizado, además se establece que el

programa debe ser revisado cada año y ser actualizado cada vez que se presenten cambios representativos en el sistema de abastecimiento.

El video funcionará como una guía, para que la junta administrativa pueda seguir actualizando y desarrollando con una mejor facilidad el programa de calidad en un futuro y además, que funcione como un video de inducción para la persona a cargo del seguimiento o para nuevos colaboradores. En el video explicativo se puede observar en el apéndice 6.

Capacitación

Se impartió una capacitación al fontanero de cada ASADA y miembros de la junta administrativa los días 5 y 17 de julio del presente año, se realizó mediante el video explicativo elaborado para el seguimiento del programa; se les explicó la forma correcta de cómo manejar el equipo, los tipos de equipos más recomendables para realizar los análisis indicados en el CO y la forma correcta para la recolección de las muestras y cómo seleccionar los puntos de muestra y la frecuencia de recolección según lo indica la normativa, de manera que se tome la muestra al inicio, mitad y final de sistema de abasteciendo, se les sugiere que las pruebas sean realizadas en los mismos puntos, con el fin de conocer el comportamiento de los parámetros que no se mantienen dentro de los límites establecidos y verificar que se cumplan, según los parámetros establecidos en la normativa.

Se le brinda una breve explicación de cómo realizar la medición de cloro residual y turbiedad con su respectivo equipo, con el fin de evitar inconsistencias en las lecturas de la información.

Se les indica que por reglamento y según la cantidad de población abastecida deben realizar los análisis de CO mensualmente, los análisis de N1 semestralmente y los análisis del N2 y N3 cada 3 años, además de elaborar los reportes operacionales al presentar los resultados de los análisis ante el MINSA.

Además, se le guía al fontanero con la aplicación de la bitácora diseñada, de tal forma que sirva como registro de las pruebas del CO que debe realizar, donde los datos tomados deben visualizarse mensualmente y es importante que se coloque la fecha, hora, resultado del análisis y se empiecen a realizar los análisis de turbiedad y pH que hasta el momento no venían realizando.

Se le indica cómo elaborar el plano del sistema y que programas utilizar, ya que no es necesario tomar las coordenadas con un GPS, ya que por medio del celular se pueden obtener, además se les comunica que cuando se modifique el sistema de abastecimiento, el plano debe ser actualizado.

Comunicación de los Resultados

Al realizar la identificación de los actores sociales en la comunicación de los resultados, se convocó a reunión a los representantes de la administración de cada ASADA, interesados que no

forman parte de la junta administrativa (en espera de ser nombrados), a la comunidad y a la funcionaria, Silvia Ramírez Quirós del ARSH.

Se elaboró una presentación de PowerPoint con todos resultados que se obtuvieron en la elaboración del trabajo, fueron presentados los días 7 y 15 de julio del presente año. Se realizó una explicación en detalle del procedimiento para la elaboración de programa, las herramientas elaboradas para mejorar la gestión actual de las ASADAS y las principales deficiencias encontradas en el sistema de abastecimiento y su administración.

Figura 36.

Comunicación de resultados ASADA San Rafael

Figura 37.

Comunicación de resultados ASADA Vara Blanca

Resultados Comunicados en la ASADA de San Rafael. Entre los resultados que se comunicaron en la reunión del 7 de julio del 2023, se comenta:

- Inconsistencias en la calibración del clorador que se encuentra dentro del tanque 3 y 4, el cual debe ser arreglado o sustituido por uno nuevo.
- Rotulación para la identificación de los tanques 3 y 4.
- Irregularidades en los análisis de cloro residual y pH.
- Rotulación de acceso restringido en el portón que dirige a la captación.
- Realizar las pruebas de turbiedad y olor.
- Resultados obtenidos con la aplicación de la guía SERSA y cuáles deficiencias se presentan para ser corregidas.
- Asignación de los puntos de recolección y cantidad de muestras.
- Principales impactos ambientales y medidas de protección para el control de la zona de influencia de las fuentes de abastecimiento.
- Información sobre equipos especializados para realizar las pruebas fisicoquímicas que solicita la normativa.
- Acciones para el seguimiento del programa de control de calidad y cada cuánto debe ser actualizado.

Resultados Comunicados en la ASADA de Vara Blanca. Entre los resultados que se comunicaron en la reunión del 15 de julio del 2023, se indica:

- Buscar asesoramiento legal para realizar la solicitud de una servidumbre, con el fin de que los miembros de la junta no se vean limitados al ingresar a la fuente de abastecimiento por medio de la finca La Georgina.
- Condicionar el acceso a la fuente de abastecimiento para minimizar los riesgos que se puedan presentar al ingresar.
- Irregularidades en los análisis realizados en los parámetros de cloro residual y pH.
- Realizar las pruebas de turbiedad y olor.
- Resultados obtenidos con la aplicación de la guía SERSA y cuáles deficiencias se presentan para ser corregidas, con respecto al problema de presión y fugas que se encuentran en todo el sistema de abastecimiento.
- Colocar la rotulación en todos los tanques de almacenamiento para su respectiva identificación en el sistema.
- Asignación de los puntos de recolección y cantidad de muestras.

- Principales impactos ambientales y medidas de protección para el control de la zona de influencia de las fuentes de abastecimiento.
- Información sobre equipos especializados para realizar las pruebas fisicoquímicas que solicita la normativa.
- Acciones para el seguimiento del programa de control de calidad y cada cuánto debe ser actualizado.

A las dos ASADAS se les compartió la herramienta de la bitácora elaborada, el programa de control de calidad del agua potable y el video explicativo. A la ARSH se le compartió el presente trabajo de investigación y se les comunicaron los riesgos identificados en las dos ASADAS para su respectivo seguimiento. Además, se insta a la institución a realizar la solicitud cada año de los respectivos análisis que las dos ASADAS deben realizar.

La Municipalidad de Heredia por medio de correo solicitó que al finalizar el croquis del sistema de abastecimiento de cada ASADA fuera compartido para mejorar la base de datos de los sistemas de información geográfica que manejan.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

A partir del diagnóstico de los sistemas de abastecimiento de agua potable que suministran las ASADAS se determina que ambos sistemas se encuentran en buenas condiciones estructurales y las aguas de ambas nacientes son aceptables para el aprovechamiento y consumo humano. Las deficiencias que se presentaron se relacionan con problemas en su administración por la irregularidad en las solicitudes de renovación del PSF, confección de los reportes operaciones y por no realizar las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en los periodos establecidos en la normativa.

De acuerdo con los análisis realizados en las dos ASADAS, se encuentran inconsistencias en los parámetros de cloro residual y pH. Las irregularidades en las mediciones de cloro residual pueden ser causadas por la poca demanda de cloro en el sistema, donde la cloración es alcanzada con rapidez, por lo que es necesario realizar muestreos rutinarios en los mismos puntos y a la misma hora para identificar en qué momento el cloro presenta irregularidades, otra variable a tomar en cuenta es conocer el tiempo de contacto entre el cloro y el agua del tanque, la temperatura y el pH, ya que estos factores influyen en la aplicación del cloro. Además, se identifica que las ASADAS no analizan la medición de los demás parámetros del control operativo que son color y turbiedad.

Cabe mencionar que el comportamiento de los parámetros de cloro residual y pH interactúan entre sí, donde la incorrecta aplicación del desinfectante produce ácido hipocloroso, causando alteraciones en el pH, por lo que las inconsistencias presentadas pueden estar relacionadas.

La captación del sistema se encuentra en buenas condiciones y se mantiene asegurada para evitar la contaminación por factores externos. Las líneas de conducción y distribución en general se encuentran en buen estado, aunque en algunos tramos las tuberías se encuentran expuestas; el principal problema que se presenta es por fugas debido a la presión del agua en el sistema. Los tanques de almacenamiento se encuentran en buen estado y son aptos para ser utilizados en el sistema de abastecimiento, solamente se identificaron algunos tanques sin rotulación los cuales deben ser colocados. El clorador de la ASADA de San Rafael se encuentra deteriorado y presenta problemas en el calibrador al añadir la dosis deseada de cloro al sistema, este debe ser reemplazado por uno nuevo o realizar los arreglos al calibrador para evitar este problema; el calibrador de la ASADA de Vara Blanca se encuentra en buenas condiciones.

Se identificó que no se lleva un registro de la limpieza de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento, como tampoco la bitácora del registro de los análisis realizados en el CO, según se indica la normativa, por lo que se diseñó una bitácora de seguimiento para que el fontanero o encargado de los análisis la utilice, mantenga el registro de la información y logre identificar en cuales puntos se presentan inconsistencias de los parámetros.

Los riesgos que perjudican mayormente a los dos sistemas de abastecimiento corresponden a eventos de origen natural, como sismos o deslizamientos donde pueden ocasionar que el comportamiento del sistema cambie, afectado la calidad del agua y componentes del sistema, como también ocasionar daños; y de tipo humano por contaminación del suelo y agua, por de residuos sólidos y líquidos, generados en las actividades cercanas a las fuentes de abastecimiento. La ausencia de plan regulador presenta riesgos en las captaciones, por la eliminación incorrecta de los desechos líquidos y sólidos de las viviendas, lo que puede ocasionar la contaminación de las fuentes de agua.

Otro factor identificado en ambos sistemas de abastecimiento que es no poseen un esquema del sistema de distribución (plano o croquis), por lo que se elaboraron los planos de cada sistema para eliminar este riesgo, identificando cada componente del sistema de abastecimiento y la red de distribución.

Con la elaboración de los Programas de Control de la Calidad de Agua Potable se realiza una identificación general de las condiciones de los sistemas de abastecimiento y de la zona de influencia; el programa es un instrumento que ayuda al seguimiento y conocimiento de la situación actual de los sistemas de abastecimiento, con el fin de garantizar la mejora continua de la ASADA y en solicitud a

los requerimientos establecidos en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable que deben ser regulados por el MINSA.

A partir de lo anterior, se compartió el Programa de Control a cada ASADA, además se realizaron actividades para la comunicación de los resultados en conjunto con la junta administrativa de cada ASADA y las funcionarias del ARSH; y la socialización de las herramientas de apoyo para una ejecución eficaz como la bitácora para el registro de la información de los análisis y el video explicativo para la elaboración y seguimiento de los programas de control.

La razón de ser de un estudiante es contribuir a su país, por lo tanto, con el presente trabajo escrito se realizó una aportación de mejora continua a las comunidades de San Rafael de Vara Blanca y Vara Blanca de Heredia en temas de abastecimiento de agua potable, con el fin de generar acciones que ayuden para una ejecución eficaz y el mejoramiento de la gestión actual de las ASADAS.

5.2 Recomendaciones

Es necesario que exista un apropiamiento por parte de las juntas administrativas y las demás personas que interactúan en el proceso de la gestión del agua, con el fin de que exista la intención de mejorar aquellas deficiencias que presentan las ASADAS.

Se recomienda la integración con el MINSA, AyA, la Municipalidad y comunidad para retroalimentar las funciones administrativas y regulatorias de las ASADAS.

Se recomienda promover en los nuevos y actuales abonados formar parte de la junta administrativa, además de la asistencia en las asambleas para validar y dar apoyo a las decisiones de la junta.

Se recomienda impartir capacitaciones al personal operativo cada 6 meses, para que el acueducto posea un correcto manejo del recurso hídrico, así como también estar capacitado a realizar reparaciones menores de mantenimiento y tomar las muestras en los componentes del sistema y, además, se brinde un servicio de calidad a la población de Vara Blanca y San Rafael de Vara Blanca.

Se recomienda concientizar a los habitantes de la comunidad acerca de la importancia de aprovechar de forma adecuada el recurso del agua y evitar la contaminación de las fuentes de abastecimiento y los malos usos del agua.

Se recomienda programar las actividades de mantenimiento y limpieza mensualmente, donde en fontanero realice la verificación de estado de las cajas de registro, tuberías y tanques de almacenamiento, para evitar el deterioro de la estructura.

Se debe restringir el paso a personas no autorizadas y asegurar los tramos en donde las tuberías se encuentran descubiertas.

Se recomienda elaborar actividades en conjunto con la comunidad para buscar alternativas de mejora en conservación de las fuentes de agua.

Se recomienda elaborar campañas de racionamiento del agua y desarrollar temas similares en los diferentes centros educativos de la zona, para concientizar a los estudiantes a cuidar los cuerpos de agua y zonas donde se encuentran las fuentes.

Se debe realizar la rotulación en cada ASADA de los componentes que no se encuentran identificados.

Se recomienda implementar al sistema válvulas reductoras de presión o tanques quiebra gradientes para regular los problemas de presión que ambos sistemas presentan, una vez se solucionen los problemas de presión, se deben arreglar aquellas fugas que no estén relacionadas con la presión con el fin de evitar el desperdicio de agua que esto ocasiona. Además, se recomienda realizar estudios sobre perdidas del agua con fin de evidenciar si en alguna otra parte del sistema se están presentando problemas de fugas que no fueron visibles dentro del recorrido.

Se deben realizar los análisis de laboratorio, de acuerdo con la cantidad de personas abastecidas, según los diferentes controles de la normativa. CO se debe realizar mensual, N1 se debe realizar semestral y N2 y N3 cada 3 años.

Ambas ASADAS deben hacer la compra del equipo necesario para realizar las pruebas de turbiedad.

Se recomienda mejorar y vigilar la aplicación del cloro, con el fin de que el parámetro de cloro residual siga manteniéndose en concordancia con los valores permitidos por la normativa. En el caso de la ASADA de San Rafael se recomienda reparar o cambiar el clorador que presenta problemas en la calibración.

Además, es necesario realizar obras de fácil acceso a las obras diseñadas, para facilitar el ingreso a la fuente de abastecimiento de la ASADA de Vara Blanca para evitar accidentes. Se recomienda que la junta administrativa de la ASADA de Vara Blanca y el AyA tomen las acciones correspondientes para iniciar los trámites de otorgamiento de una servidumbre dentro de la propiedad llamada Finca La Georgina, a favor del acueducto.

Por último, se recomienda dar seguimiento continuo al Programa de Calidad de Agua Potable por medio de procesos de mejora continua, tomando el documento actual como una primera versión para evaluaciones futuras.

Referencias

Agüero, M. (10 de agosto 2013). San Rafael de Varablanca: el pueblo olvidado del terremoto. *El País.* https://www.nacion.com/el-pais/san-rafael-de-varablanca-el-pueblo-olvidado-del-terremoto/XMNBSEKSUVFY7CIJT46VULPBTI/story/

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2018). *Guía para la Definición, Identificación y Delimitación del Área de Influencia* [Archivo PDF]. https://www.andi.com.co/Uploads/guia_para_la_definicion_identificacion_y_delimitacion_del_area_de_influencia_0.pdf

Axial, L. (s.f.). *Accu-Tab SI Calcium Hypochlorite Tablets Dry Chlorinating Tablets for Industrial and Potable Water Treatment Applications* [Archivo PDF]. http://legacy.picol.cahnrs.wsu.edu/~picol/pdf/OR/63862.pdf

Breña Solier, J.C. (2018). *Control de calidad del agua potable y satisfacción del cliente en el distrito de Salas Guadalupe - Ica, 2018* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33687/bre%C3%B1a_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cárdenas Jaramillo, D. y Patiño Guaraca, F. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, cantón Paute, Provincia del Azuay* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Cuenca]. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf

Carbotecnia. (18 de abril de 2022). *pH ¿Qué es y cómo afecta en el agua?* https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/que-es-el-ph-del-agua/

Chacón Herrera, A.G. (2018*). Elaboración de un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional]. https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/15115/TFG_Ana%20Gabriela%20Chac%C3%B3n%20Herrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chavarría Villalobos, M.M. (2019). *Evaluación y propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable de la ASADA Paquera de Puntarenas* [Tesis de Licenciatura, Tecnológico de Costa Rica].

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11163/evaluacion_propuesta_mejora_sistema_abastecimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2015). Amenazas de origen natural cantón de Heredia [Archivo PDF]. https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/heredia/Heredia%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Desinfección Para Sistemas de Agua Potable y Saneamiento (Vol.23).* Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro23.pdf

Comité Técnico y Seguridad. (2013). *Ficha técnica ACCUTAB (Hipoclorito de calcio)*. [Archivo PDF]. https://prodetecs.com/wp-content/uploads/2019/04/accutab.pdf

Cordero Retana, M.P. (2014). *Evaluación de nuevas fuentes de agua y mejora del acueducto de san isidro de el Guarco, Cartago* [Tesis De Licenciatura, Tecnológico de Costa Rica]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3248/evaluacion_nuevas_fuentes_agua_mejora_acueducto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Decreto Ejecutivo 35368-MAG-S-MINAE de 2009. Reglamento para Quemas Agrícolas Controladas. 6 de mayo de 2009. D.O.No. 147. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=65927

Decreto Ejecutivo 32529 de 2005. Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS). 5 de agosto de 2005. D.O.No. 150. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=55240&nValor3=102961&strTipM=TC

Decreto Ejecutivo 38924-S de 2015. Reglamento para la calidad del agua potable.1 de setiembre de 2015. D.O.No. 170. https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=80047

Decreto Ejecutivo 40184-MGP de 2017. División Territorial Administrativa de la República. 8 de marzo de 2107. D.O.No. 48.

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83658&nValor3=107637&strTipM=TC

Decreto Ejecutivo 43432-S de 2022. Reglamento general para permisos sanitarios de funcionamiento, permisos de habilitación y autorización para eventos temporales de concentración masiva de personas, otorgados por el Ministerio de Salud. 24 de julio del 2022. D.O.No. 56. https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=96613

Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. (1991). *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica* [Archivo PDF]. https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658plaguicidas.pdf

Espinoza, G (15 de mayo de 2019). Sobrepastoreo, concepto, causas y consecuencias más relevantes. Animales y Biología. *Ecología.* https://naturaleza.animalesbiologia.com/ecologia/sobrepastoreo#causas-del-sobrepastoreo

FUJIFILM Wako Chemicals USA Corp. (17 de octubre de 2023). *Cloro residual, ¿necesario o contaminante?* https://www.wakolatinamerica.com/blog-reactivos/noticias-wako/post/cloro-residual-necesario-o-contaminante/

Guillen Pérez, S. (2020). Asadas: Sistemas de innovación social comunitaria para el manejo del recurso hídrico. *CAMPUS,* 22-23. https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/18789/Guillen%2C%20S_%20Articulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación, sexta edición.* McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf

Huguenin Amador, C. N. (2011). *Análisis de estabilidad de los terraceos como solución para los deslizamientos en la Ruta Nacional 126, sector Vara Blanca* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/4506

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (s.f.). *Manual informativo: Aspectos básicos para la gestión de las nuevas Juntas Directivas de las ASADAS* [Archivo PDF].

https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Aspectos Básicos de las ASADAS.pdf

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2016). Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica, 2017-2030. https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030.pdf

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2018). *Formulario unificado de información sobre organizaciones comunales prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento* [Archivo PDF]. https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/FORMULARIO UNIFICADO.pdf

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2021). *Norma técnica para "Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial"*. https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma Tecnica diseño y contrucción.pdf

Instituto de Fomento y Aseoría Municipal (IFAM). (s.f.). *Cantón 4-01. Heredia* [Archivo PDF]. https://www.ifam.go.cr/?page_id=533

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2011). *Indicadores cantonales: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2000 y 2011, Heredia* [Archivo PDF]. https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/882

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2012). *X Censo Nacional de población y VI de vivienda 2011. Características sociales y demográficas* [Archivo PDF]. http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=8%0Ahttp://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/inec_institucional/estadisticas/resultados/repoblaccenso2011-10.pdf.pdf

Jimenéz, J. (s.f). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y Alcantarillado Sanitario* [Archivo PDF]. https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf

Ley 2726 de 1961. Ley Constitutiva Instituto Costarricense Acueductos y Alcantarillados. 14 de abril de 1961. D.O. No. 216. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=37097

Ley 1634 de 1953. Ley General de Agua Potable. 18 de setiembre de 1953. D.O.No. 1634. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&strTipM=TC

Ley 7575 de 1996. Ley Forestal. 13 de febrero de 1996. D.O.No. 72. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=41661

Martínez Rojas, O. F. (2021). *"Evaluación y determinación del Sistema de Abastecimiento Óptimo de Agua Potable del barrio Miraflores - Lircay - Angaraes - Huancavelica"* [Tesis de Bachillerato, Universidad Nacional de Huancavelica]. https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3692

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2009). *Plan para la reactivación productiva y la preservación del empleo en las comunidades afectadas por el terremoto de Cinchona* [Archivo PDF]. https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E12-9799.pdf

Montenegro, S., Barrera, S., Chiriví, J., Pulido, S., Yulian, S., Martha, V. y Palomino, M. (2018). *Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). https://www.researchgate.net/publication/332861756_CAPITULO_9_PREVENCION_DE_LA_EROSION_Y_CONSERVACION_DE_LA_FERTILIDAD_DEL_SUELO

Montero, R. y Moreno, T. (2018). *Propuesta De Plan De Seguridad Del Agua (PSA) Para El Acueducto Municipal De La Comunidad* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional]. https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/18157/TFG_Montero Arrieta y Moreno Ureña.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mora, D., Jimena, A., Gutiérrez, O., Rivera, P., Yuliana, N., Castro, S., Zúñiga, L., David, Z., Bolaños, C. y Campos, A. U. (2018). *Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica (IRCACH).* Estudios de Laboratorio Nacional de Aguas. https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/tecno-ciencia/inventario-tecn-de-agua-de-consumo-humano-tecno-ciencia/legislacion-documentos-internacionales-tecno-ciencia/documentos-tecnicos-tecno-ciencia/1429-indice-de-riesgo-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-en-costa-rica-segunda-version-enero-2018/file

OMS\UNICEF. (2021). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: five years into the SDGs.* Estudios de Joint Water Supply, & Sanitation Monitoring Programme. http://apps.who.int/bookorders.

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda* [Archivo PDF]. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1

Organización Mundial de la Salud (OMS). (19 de diciembre de 2022). *Contaminación del aire ambiente (exterior).* https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

Organización Panamericana de la Salud. (2007). *Guía Para La Selección De Sistema De Desinfección* [Archivo PDF]. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS-COSUDE%202007.%20Gu%C3%ADa%20selecci%C3%B3n%20del%20sistema%20desinfecci%C3%B3n.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Funciones esenciales de la salud pública en las Américas* [Archivo PDF]. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53125/9789275322659_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OxyChem. (2016). *Occidental Chemical Corporation ACL ® Chlorinated Isocyanurates Product Details* [Archivo PDF]. https://www.oxy.com/siteassets/documents/chemicals/products/other-essentials/chlorinated-isocyanurates---product-details.pdf

Pérez, L. (s.f). *Gestión de Agua y Saneamiento Sostenible: Tanque de Almacenamiento.* https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento

Prudencio Arenas, J. R. (2015). *"Modelo De Simulación De Líneas De Conducción E Impulsión Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable De La Ciudad De Cerro De Pasco"* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/95/1/T026_43819957_T.pdf

Resolución 588 de 1997. SETENA: Manual Instrumentos Técnicos de Evaluación Impacto Ambiental. 28 de noviembre de 1997. D.O.No. 215. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=40727&nValor3=42929&strTipM=TC

Ruiz Jaramillo, J. (2017). *Variabilidad climática en las regiones norte, central y caribe y su asociación con variables productivas en fincas lecheras costarricenses* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional]. https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/20848

Rock, C., & Rivera, B. (2014). L*a Calidad del Agua, E. coli y su Salud.* The University of Arizona. https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf

Solano, J. y Villalobos, R. (2020). *REGIONES Y SUBREGIONES CLIMÁTICAS DE COSTA RICA* [Archivo PDF]. https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Regionalizaci%C3%B3n+clim%C3%A1tica+de+Costa+Rica

Soto Córdoba, S., Gaviria Montoya, L. y Pino Gomez, M. (2016). Situación de la gestión del agua potable en las zonas rurales de la provincia de Cartago, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, *29*(8), 67-76. https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2986

Torres, P., Cruz, H.C. y Patiño, P.J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista de Ingenierías*, *8*(15), 79-94. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4845739

Waterlex. (2017). *The Human Rights to Water and Sanitation: An Annotated Selection of International and Regional Law and Mechanisms*.WaterLex. https://www.waterlex.org/human-right-to-water/

Winslow, A. (1920). The Untilled Fields of Public Health. *Science* (Vol. 51, p.p 23-33). https://www.jstor.org/stable/1645011#metadata_info_tab_contents

World Health Organization. (2005). Preventing Travellers Diarrhoea : How to Make Drinking Water Safe. Sustainable Development and Healthy Environments Water, Sanitation and Health. http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/envsan/sdwtravel.pdf%0Ahttp://www.who.int/water_sanitation_health/

Apéndices

Apéndice 1. Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos

ASADA de San Rafael de Vara Blanca

Tabla A.1.1. Resultados de los análisis realizados el 4 de mayo del 2018

Control operativo (CO)							
Parámetro	**Valores admisibles**	**Naciente Blanca Nieves**	**Casa Gerardo Jara**	**Panadería Ospany**	**Red pública Zila Flores**	**Casa Juan Carlos Cabezas**	**Fuente pública Mario Morales**
Turbiedad (UNT)	<1-5	<0,50	<0,50				
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable				
Sabor	Aceptable	Aceptable	Aceptable				
Cloro residual (mg/L)	0,3-0,6	<0,04	0,94	0,53	0,50	1,10	1,00
Control Primero (N1)							
Color aparente (U-Pt-Co)	5-15	<1,00	<1,00				
Conductividad (µs/cm)	400	75	73				
Coliformes fecales (UFC/100 mL)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Temperatura (°C)	18-30	14,90	18,90				
pH	6,5-8,5	7,17	7,20				

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.2. Resultados de los análisis realizados el 29 de setiembre del 2020

Parámetro	**Valores admisibles**	**Naciente Blanca Nieves**	**Tanque Mario**	**Tubo costado iglesia**	**Tubo exterior Panadería Ospany**
pH	6-8	6,56	6,52	6,70	6,71
Temperatura (°C)	18-30	14,5	17,90	19,20	18,80
Cloro residual (mg/L)	0,3-0,6	-	0,56	0,31	0,32

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.3. Resultados de los análisis realizados el 5 de octubre del 2020

Parámetro	Valores admisibles	Naciente Blanca Nieves	Tanque Mario	Tubo costado iglesia	Tubo exterior Panadería Ospany
Color aparente (U-Pt-Co)	≤15, VA:5	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Conductividad (µs/cm)	VA: 400	66,50	67,35	67,70	66,70
Turbiedad (UNT)	≤5, VA:1	0,19	0,16	0,11	0,12
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.4. Resultados de los análisis realizados el 10 de octubre del 2020

Parámetro	Valores admisibles	Naciente Blanca Nieves	Tanque Mario	Tubo costado iglesia	Tubo exterior Panadería Ospany
Coliformes fecales (UFC/100 mL)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
Escherichia Coli (UFC/100 mL)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.5. Resultados de los análisis realizados el 27 de julio del 2021

Control operativo (CO)					
Parámetro	**Valores admisibles**	**Escuela San Rafael**	**Fuente pública José Jiménez**	**Fuente pública Belman Avendaño**	**Panadería Ospany**
Turbiedad (UNT)	<1-5			<0,50	<0,50
Olor	Aceptable			Aceptable	Aceptable
Cloro residual (mg/L)	0,3-0,6	0,46	0,31	1,00	0,87
Control Primero (N1)					
Color aparente (U-Pt-Co)	5-15			<1,00	<1,00
Conductividad (µs/cm)	400			168	187
Coliformes fecales	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Temperatura	18-30			27,62	27,20

(°C)			
pH	6,5-8,5	7,42	7,23
Nivel Segundo (N2)			
Aluminio (mg/L)	0,2		0,015
Calcio (mg/L)	100		8,428
Cloruros (mg/L)	25-250		2,056
Cobre (mg/L)	1,0-2,0		<0,011
Dureza (mg/L)	400-500		26,7
Fluoruro (mg/L)	0,7-1,5		0,12
Hierro (mg/L)	0,3		<0,011
Magnesio (mg/L)	30-50		1,358
Manganeso (mg/L)	0,1-0,5		<0,011
Potasio (mg/L)	10		1,571
Sodio (mg/L)	25-200		7,144
Sulfato (mg/L)	25-250		1,255
Zinc (mg/L)	3		<0,011
Nivel Tercero (N3)			
Amonio (mg/L)	0,5		<0,015
Antimonio (mg/L)	0,005		<0,00011
Arsénico (mg/L)	0,01		<0,00011
Cadmio (mg/L)	0,003		0,00014
Cromo (mg/L)	0,05		<0,00011
Mercurio (mg/L)	0,001		<0,00011
Níquel (mg/L)	0,02		<0,00011
Nitrato (mg/L)	25-50		0,087
Nitrito (mg/L)	0,1		<0,010

Plomo (mg/L)	0,01	<0,00011
Selenio (mg/L)	0,01	<0,00011

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.6. Resultados de los análisis realizados el 2 de junio 2022

Control operativo (CO)					
Parámetro	**Valores admisibles**	**Casa habitación**	**Tubo ASADA**	**Taller**	**Fuente pública**
Turbiedad (UNT)	0,00–5,00	0,10	0,20	0,20	0,10
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Cloro residual (mg/L)	0,30 – 0,60	0,24	0,23	0,25	0,27
Nivel Primero (N1)					
Color aparente (U-Pt-Co)	0,00–15, 00	0	0	0	0
Conductividad (µs/cm)	VA:400	73,6	76,2	73,6	73,5
Coliforme fecal (NPM/100 ml o UFC/100 ml)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
E. Coli (NPM/100 ml o UFC /100 ml)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
Temperatura (°C)	18 - 30	17,0	17,1	15,9	16,9
pH	6.00 - 8.00	5,70	5,80	5,70	5,60

Nota: Ministerio de Salud (2023)

ASADA de Vara Blanca

Tabla A.1.7. Resultados de los análisis realizados el 21 de mayo del 2018

Parámetros	**Valores admisibles**	**Tanque 1**	**Restaurante Hortensias**	**Restaurante Gustos y Sabores**	**Poas Volcano Lodge**	**Escuela Julia Fernández**
Control operativo (CO)						
Turbiedad (NTU)	5	0,153				0,781
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Cloro residual libre (mg/L)	0,3-0,6	1,04	0,68	0,80	0,82	0,75

Nivel Primero (N1)						
Color aparente (UC)	15	Detectable				Detectable
Conductividad (µS/cm)	400	110				100
Coliformes fecales (NMP/100mL)	No detectable	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
E. Coli (NMP/100mL)	No detectable	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
Temperatura (°C)	30	14,80				18,10
pH	6-8	7,90				6,80
Nivel Segundo (N2)						
Aluminio (µg/L)	200	No detectable				
Calcio (mg/L)	100	Detectable				
Cloruro (mg/L)	250	1,15				
Cobre (mg/L)	2	No detectable				
Dureza total (mg/L)	400	35,39				
Fluoruro (mg/L)	1,5	No detectable				
Hierro (µg/L)	300	1,47				
Magnesio (mg/L)	50	8,18				
Manganeso (µg/L)	500	No detectable				
Potasio (mg/L)	10	3,08				
Sodio (mg/L)	200	3,16				
Sulfato (mg/L)	250	4,89				
Zinc (mg/L)	3	No detectable				
Nivel Tercero (N3)						
Amonio (µg/L)	500	6,45				
Antimonio (µg/L)	5	No detectable				

Arsénico (µg/L)	10	No detectable
Cadmio (µg/L)	3	No detectable
Cromo (µg/L)	50	No detectable
Mercurio (µg/L)	1	<0,00011
Níquel (µg/L)	20	No detectable
Nitrato (mg/L)	50	0,72
Nitrito (µg/L)	100	6,45
Plomo (µg/L)	10	No detectable
Selenio (µg/L)	10	No detectable
Nivel Cuarto (N4)		
Cianuro (µg/L)	70	<0,005

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.8. Resultados de los análisis realizados el 13 de junio 2019

Parámetros	**Valores admisibles**	**Soda Gustos y Sabores**	**Panadería Repostería Titos**	**Escuela Julia Fernández**	**Tubo de conducción**	**Tanque 1**	**Tanque2**	**Tanque 3**	**Tanque 4**
Control operativo (CO)									
Turbiedad (UNT)	5	1,03							
Olor (-)	Aceptable	Aceptable							
Cloro residual libre (mg/L)	0,3-0,6	0,51	0,44	0,40	-	0,29	0,48	0,38	0,33
Nivel Primero (N1)									
Color aparente (UPt-Co)	15	No detectable							
Conductividad (µS/cm)	400	89							

Coliformes fecales (NMP/100 mL)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
E. Coli (NMP/100 mL)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
Temperatura (°C)	30	16,3							
pH (-)	6-8	6,47							

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.9. Resultado de los análisis realizados 22 de octubre 2019

Parámetros	**Valores admisibles**	**Escuela Julia Fernández**	**Entrada al tanque**	**Tanque 1**	**Tanque 2**	**Soda Gustos y Sabores**	**Hotel Volcano Lodge**	**Tanque 3**	**Tanque 4**
Control operativo (CO)									
Turbiedad (UNT)	5	No detectable							
Olor (-)	Aceptable	Aceptable							
Cloro residual libre (mg/L)	0,3-0,6	0,33	-	0,30	0,60	0,38	0,38	0,30	0,39
Nivel Primero (N1)									
Color aparente (UPt-Co)	15								
Conductividad (µS/cm)	400	83							
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
E. Coli (NMP/100 mL)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
Temperatura (°C)	30	17,6							

pH (-)	6-8	6,84

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Tabla A.1.10. Resultado de los análisis realizados el 28 de mayo del 2021

Parámetros	Valores admisibles	Tanque de Cloración	Restaurante las Hortensias	Tramo "La esquina del Sabor"	Naciente principal	Panadería y Repostería Titos
Control operativo (CO)						
Turbiedad (UNT)	<1-5				<0,50	<0,50
Olor (-)	Aceptable				Aceptable	Aceptable
Cloro residual libre (mg/L)	0,3-0,6	0,85	0,60	0,76	<0,04	0,64
Nivel Primero (N1)						
Color aparente (UPt-Co)	15				<1,00	<1,00
Conductividad (µS/cm)	400				380	284
Coliformes fecales (NMP/100mL)	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
E. Coli (NMP/100mL)	No detectable					
Temperatura (°C)	30				24,20	25,60
pH (-)	6-8				7,45	7,68

Nota: Ministerio de Salud (2023)

Apéndice 2. Lista de chequeo

Tabla A.2.1. ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA

Descripción de las fuentes			
Nombre de la fuente: ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA			
Ubicación: 2 KM AL ESTE DE LA ESCUELA PÚBLICA			
Cuenta con concesión del MINAE: SI			
Uso actual del agua: CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO			
Valoración de la exposición de la fuente a las amenazas	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
1. Inundación		X	
2. Derrumbes o deslizamientos	X		
3. Erupciones volcánicas		X	
4. Movimientos sísmicos	X		
5. Contaminación		X	
6. Otros		X	
Valoración de condiciones del sitio de captación y alrededores	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
1. ¿Se ubica en un área protegida o zonas de conservación?	X		
2. ¿Se encuentra en una zona de bosque?	X		
3. ¿Está demarcada el área de protección legal?	X		
4. ¿Cuenta con cerca de protección inmediata?	X		
5. ¿Se realiza vigilancia periódica?	X		
6. ¿Condición acceso adecuado a la fuente?	X		
7. Existe servidumbre de acceso	X		
8. ¿Se da mantenimiento a la servidumbre?	X		
9. ¿Se ha adquirido terrenos que garanticen la protección de la fuente?	X		EN EL 2012, SE DONÓ LA ZONA ALREDEDOR DE LA NACIENTE.
10. ¿Existe un programa de limpieza y mantenimiento de la captación?		X	SI REALIZAN LA LIMPIEZA, PERO NO LO REGISTRAN
11. ¿Posee la toma protección de contaminación ambiental?	X		
12. ¿Presencia de basura en sus alrededores?		X	

13. ¿Presencia de fuentes de contaminación en la zona descarga inmediata?		X	
14. ¿Hay población en un radio 50m de la captación?		X	
15. ¿Posee rótulos de información?		X	FALTA ROTULAR LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO
Valoración de condiciones de la captación	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
1. ¿Hay caja de reunión?	X		
2. ¿Cuenta con tapa la captación en buena condición?	X		
3. ¿La tapa cuenta con cierre seguro?	X		
4. ¿Cuenta con muro de protección?	X		
5. ¿Existen válvulas de regulación?	X		
6. ¿Paredes y las losas de la captación con grietas?		X	
7. ¿Cuenta la losa superior de techo con una pendiente?	X		
8. ¿Cuenta con respiraderos o tuberías de rebalse con rejilla de protección?	X		
9. ¿Cuenta con drenajes para desviar el agua de escorrentía?	X		
10. ¿Las válvulas están protegidas mediante cajas con tapa?	X		
11. ¿Se encuentran (raíces, hojas, sedimentos, etc.) dentro de la captación?		X	
12. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación?		X	
13. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación?		X	
14. ¿Está la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial?	X		
15. ¿Está la infraestructura libre de fugas?	X		
16. ¿Las cajas de válvulas están en buenas condiciones físicas?	X		
Descripción general del sistema de abastecimiento			
Cantidad de sistemas: 1			
Descripción general del sistema: 1 CAPTACIÓN, 5 TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y DOS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN			
Año de construcción: 1978			
Tipo de Sistemas: (X) Gravedad ( ) Bombeo ( ) Mixto			
Línea de conducción			
Tipo de conducción: () Canal abierto (X) Tubería			

Tubería de conducción (X) PVC ( ) Concreto ( ) Hierro ( ) Polietileno ( ) Otro (indicar)			
Valoración de condiciones de la línea de conducción	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
1. ¿La tubería se encuentra libre de fugas?	X		
2. ¿La tubería se encuentra enterrada totalmente?		X	SEMIENTERRADA
3. ¿La tubería se está ausente de tramos al aire libre?		X	
4. ¿La línea se encuentra libre de vulnerabilidad?	X		
5. ¿Los pasos elevados están en buen estado?	X		
6. ¿Se cuenta con un sistema para purgar la tubería?		X	
7. ¿Cuentan con un fontanero o encargado del mantenimiento?	X		
Tanque de almacenamiento			
Cantidad de tanques: 5			
Volumen del tanque: TANQUE 1 1000L. TANQUE 2 9000L, TANQUE 3 Y 4 10000L, TANQUE 5 1000L			
Material del Tanque: (X) Concreto ( ) Metal (X)Plástico			
Indique el tipo de tanque: () Elevado ( ) Enterrado (X) A nivel ( ) Semienterrado			
Valoración de condiciones del tanque	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
1. ¿Está pintado el tanque?	X		
2. ¿Se encuentran las paredes libres de grietas y fugas?	X		
3. ¿La tapa de inspección dispone de un sistema seguro?	X		
4. ¿Existe acera perimetral igual o mayor a 80 cm?	X		
5. ¿La losa superior o techo está en buenas condiciones?	X		
6. ¿Las escaleras del tanque se encuentran en buen estado?			NO HAY ESCALERAS, SE RECOMIENDA COLOCAR EN LOS TANQUES 3 Y4
7. ¿Se encuentra libre de sedimento, raíces, algas y/o hongos?	X		
8. ¿Se cuenta con cerca de protección alrededor del tanque?	X		
9. ¿La cerca de protección está en buenas condiciones?	X		
10. ¿Se encuentran limpias y bien mantenidas las áreas?	X		
11. ¿Se encuentra libre de focos de contaminación?	X		
Planta potabilizadora			
Tipo de planta: CLORACIÓN			
Cloración aplicada: CLORO AL 56% PASTILLAS			

Frecuencia de limpieza: CADA 15 DÍAS			
Valoración de condiciones del tanque potabilizador	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
1. ¿El equipo está en buenas condiciones?	X		
2. ¿El dosificador funciona correctamente?	X		
3. ¿El dosificador se encuentra calibrado?	X		
4. ¿Se encuentra libre de crecimiento de algas en los filtros?	X		
5. ¿Cuenta con una cerca que la proteja de la entrada de contaminantes?	X		
6. ¿La cerca se encuentra en buen estado?	X		
7. ¿Está el lote limpio y con áreas verdes bien mantenidas?	X		
8. ¿Las paredes están libres de grietas?	X		

Nota: Elaboración propia (2023)

Tabla A.2.2. ASADA DE VARA BLANCA

Descripción de las fuentes			
Nombre de la fuente: Naciente el Desengaño			
Ubicación: Vara Blanca, en la finca la Georgina			
Cuenta con concesión del MINAE: Si			
Uso actual del agua: CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO			
Valoración de la exposición de la fuente a las amenazas	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
7. Inundación		X	
8. Derrumbes o deslizamientos	X		
9. Erupciones volcánicas		X	
10. Movimientos sísmicos	X		
11. Contaminación		X	
12. Otros		X	
Valoración de condiciones del sitio de captación y alrededores	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
16. ¿Se ubica en un área protegida o zonas de conservación?		X	
17. ¿Se encuentra en una zona de bosque?	X		
18. ¿Está demarcada el área de protección legal?		X	
19. ¿Cuenta con cerca de protección inmediata?		X	
20. ¿Se realiza vigilancia periódica?		X	

21. ¿Condición acceso adecuado a la fuente?		X	
22. Existe servidumbre de acceso		X	
23. ¿Se da mantenimiento a la servidumbre?		X	
24. ¿Se ha adquirido terrenos que garanticen la protección de la fuente?		X	
25. ¿Existe un programa de limpieza y mantenimiento de la captación?		X	
26. ¿Posee la toma protección de contaminación ambiental?	X		
27. ¿Presencia de basura en sus alrededores?		X	
28. ¿Presencia de fuentes de contaminación en la zona descarga inmediata?		X	
29. ¿Hay población en un radio 50m de la captación?	X		
30. ¿Posee rótulos de información?		X	
Valoración de condiciones de la captación	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
17. ¿Hay caja de reunión?	X		
18. ¿Cuenta con tapa la captación en buena condición?	X		
19. ¿La tapa cuenta con cierre seguro?	X		
20. ¿Cuenta con muro de protección?	X		
21. ¿Existen válvulas de regulación?	X		
22. ¿Paredes y las losas de la captación con grietas?		X	
23. ¿Cuenta la losa superior de techo con una pendiente?		X	
24. ¿Cuenta con respiraderos o tuberías de rebalse con rejilla de protección?	X		
25. ¿Cuenta con drenajes para desviar el agua de escorrentía?	X		
26. ¿Las válvulas están protegidas mediante cajas con tapa?	X		
27. ¿Se encuentran (raíces, hojas, sedimentos, etc.) dentro de la captación?		X	
28. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación?		X	
29. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación?		X	

30. ¿Está la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial?		X	
31. ¿Está la infraestructura libre de fugas?	X		
32. ¿Las cajas de válvulas están en buenas condiciones físicas?	X		
Descripción general del sistema de abastecimiento.			
Cantidad de sistemas: 1			
Descripción general del sistema: 1 captación, 4 tanques de almacenamiento y dos líneas de distribución			
Año de construcción: 1975			
Tipo de Sistemas: (X) Gravedad ( ) Bombeo ( ) Mixto			
Línea de conducción			
Tipo de conducción: () Canal abierto (X) Tubería			
Tubería de conducción (X) PVC ( ) Concreto ( ) Hierro ( ) Polietileno ( ) Otro (indicar)			
Valoración de condiciones de la línea de conducción	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
8. ¿La tubería se encuentra libre de fugas?		X	
9. ¿La tubería se encuentra enterrada totalmente?		X	Semienterrada
10. ¿La tubería se está ausente de tramos al aire libre?		X	
11. ¿La línea se encuentra libre de vulnerabilidad?	X		
12. ¿Los pasos elevados están en buen estado?	X		
13. ¿Se cuenta con un sistema para purgar la tubería?	X		
14. ¿Cuentan con un fontanero o encargado del mantenimiento?	X		
Tanque de almacenamiento			
Cantidad de tanques: 4 tanques			
Volumen del tanque: Todos cuentan con una capacidad de 10,000 L			
Material del Tanque: () Concreto ( ) Metal (X)Plástico			
Indique el tipo de tanque: () Elevado ( ) Enterrado (X) A nivel ( ) Semienterrado			
Valoración de condiciones del tanque	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
12. ¿Está pintado el tanque?	X		
13. ¿Se encuentran las paredes libres de grietas y fugas?	X		
14. ¿La tapa de inspección dispone de un sistema seguro?	X		
15. ¿Existe acera perimetral igual o mayor a 80 cm?	X		
16. ¿La losa superior o techo está en buenas condiciones?	X		

17. ¿Las escaleras del tanque se encuentran en buen estado?	X		Solamente el tanque 1 tiene escaleras
18. ¿Se encuentra libre de sedimento, raíces, algas y/o hongos?		X	
19. ¿Se cuenta con cerca de protección alrededor del tanque?	X		
20. ¿La cerca de protección está en buenas condiciones?	X		
21. ¿Se encuentran limpias y bien mantenidas las áreas?	X		
22. ¿Se encuentra libre de focos de contaminación?	X		
Planta potabilizadora			
Tipo de planta: Cloración			
Cloración aplicada: Tabletas de cloro			
Frecuencia de limpieza: Trimestral			
Valoración de condiciones del tanque potabilizador	**SÍ**	**NO**	**Observaciones**
9. ¿El equipo está en buenas condiciones?	X		
10. ¿El dosificador funciona correctamente?	X		
11. ¿El dosificador se encuentra calibrado?	X		
12. ¿Se encuentra libre de crecimiento de algas en los filtros?	X		
13. ¿Cuenta con una cerca que la proteja de la entrada de contaminantes?	X		
14. ¿La cerca se encuentra en buen estado?	X		
15. ¿Está el lote limpio y con áreas verdes bien mantenidas?	X		
16. ¿Las paredes están libres de grietas?	X		

Nota: Elaboración propia (2023)

Apéndice 3. Entrevista manejo administrativo en las ASADAS

Tabla A.3.1. Entrevista manejo administrativo de la ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA

Esta entrevista se realiza con el fin de conocer el manejo operativo que se realiza en el sistema de abastecimiento de agua potable y las condicione s actuales de las ASADAS de Vara Blanca, la información recopilada será necesaria para la realización del proyecto de graduación titulado: "PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO OFRECIDO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LAS ASADAS DE SAN RAFAEL DE VARA BLANCA Y VARA BLANCA DE HEREDIA", el mismo proyecto cuenta con el apoyo del Área Rectora de Salud de Heredia.
Información de la ASADA
1. Nombre de la ASADA: ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA
2. Ubicación: 2 KM AL ESTE DE LA ESCUELA PÚBLICA
3. Nombre del funcionario: ÁLVARO RODRÍGUEZ SEGURA
4. Cargo: PRESIDENTE, RESPONSABLE LEGAL
Condiciones del manejo administrativo de la ASADA
5. ¿Tiene permiso de funcionamiento? SÍ, VENCE EL 4 DE JULIO DEL 2023
6. ¿Tiene personería jurídica? SÍ
7. ¿Tiene cédula jurídica? SÍ, 3-002-363302
8. ¿Cuántas personas conforman la junta administrativa? 5
9. ¿Cuántas personas operan en la ASADA? 1 FONTANERO
10. ¿Los funcionarios reciben alguna capacitación para operar la ASADA? NO
11. ¿Se han presentado cambios en la gestión administrativa?

NO
12. ¿Cuál es el número de familias abastecidas? 80
13. ¿Cuál es el número de comunidades abastecidas? SE ABASTECE SOLAMENTE SAN RAFAEL
Condiciones del sistema de abastecimiento
14. ¿Cuál es la antigüedad de los equipos y componentes del sistema de abastecimiento? EL SISTEMA SE CONTRUYÓ EN EL AÑO 1978, DESDE ENTONCES SE HAN MEJORADO LOS CLORADORES, SE HA COLOCADO LA MALLA PERIMETRAL, SE HAN TECHADO Y SE HAN REALIZADO REPARACIONES DE TUBERÍAS. NO RECUERDA FECHAS EXACTAS.
15. ¿Se han presentado eventos ambientales que hayan comprometido el sistema de abastecimiento? SE PRESENTAN AMENAZAS SÍSMICAS, POR DERRUMBES O DESLIZAMIENTOS.
16. ¿Cuál es el volumen de los tanques de almacenamiento? EL TANQUE 1 TIENE UNA CAPACIDAD DE 1000L EL TANQUE 2 TIENE UNA CAPACIDAD DE 9000L EL TANQUE 3 Y 4 TIENE UNA CAPACIDAD DE 10000L EL TANQUE 5 TIENE UNA CAPACIDAD DEL 1000L
17. ¿Realizan alguna práctica o acciones para conservar las fuentes de agua? NO REALIZAN REGULARMENTE ACCIONES, PERO HAN MEJORADO LA INFRAESTRUCTURA, CON EL FIN DE ASEGURAR LOS COMPONENTES, ADEMÁS REALIZAN LA LIMPIEZA DE LA ZONA REGULARMENTE, NO LO LLEVAN REGISTRADO.

Nota: Elaboración propia (2023)

Tabla A.3.2. Entrevista manejo administrativo de la ASADA DE VARA BLANCA

Esta entrevista se realiza con el fin de conocer el manejo operativo que se realiza en el sistema de abastecimiento de agua potable y las condicione s actuales de las ASADAS de Vara Blanca, la información recopilada será necesaria para la realización del proyecto de graduación titulado: “PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO OFRECIDO DE CALIDAD DE AGUA

POTABLE EN LAS ASADAS DE SAN RAFAEL DE VARA BLANCA Y VARA BLANCA DE HEREDIA", el mismo proyecto cuenta con el apoyo del Área Rectora de Salud de Heredia.
Información de la ASADA
1. Nombre de la ASADA: Naciente el Desengaño
2. Ubicación: Vara Blanca, en la finca la Georgina
3. Nombre del funcionario: **Alexis Morera Meléndez**
4. Cargo: Presidente, responsable legal
Condiciones del manejo administrativo de la ASADA
5. ¿Tiene permiso de funcionamiento? No, se encuentra vencido desde el año 2020
6. ¿Tiene personería jurídica? Sí, pero se encuentra vencida
7. ¿Tiene cédula jurídica? Sí, 3-002-345044
8. ¿Cuántas personas conforman la junta administrativa Solamente dos personas se encuentran administrando la ASADA, el contador y el tesorero
9. ¿Cuántas personas operan en la ASADA? 1 persona
10. ¿Los funcionarios reciben alguna capacitación para operar la ASADA? No han recibido ninguna capacitación
11. ¿Se han presentado cambios en la gestión administrativa? No se han presentado ningún cambio
12. ¿Cuál es el número de familias abastecidas? 240 abonados
13. ¿Cuál es el número de comunidades abastecidas? Se abastece solamente Vara Blanca

Condiciones del sistema de abastecimiento
14. ¿Cuál es la antigüedad de los equipos y componentes del sistema de abastecimiento? El sistema de construyó en el año 1975
15. ¿Se han presentado eventos ambientales que hayan comprometido el sistema de abastecimiento? Amenazas sísmicas, derrumbes y deslizamientos
16. ¿Cuál es el volumen de los tanques de almacenamiento? Todos los tanques tienen una capacidad del 10 000 Litros
17. ¿Realizan alguna práctica o acciones para conservar las fuentes de agua? No realizan ninguna práctica para conservar la fuente, el principal problema que presenta la ASADA es que no se tiene una servidumbre para el fácil ingreso a la naciente.

Nota: Elaboración propia (2023)

Apéndice 4. Entrevista manejo operativo de las ASADAS

Tabla A.4.1. Entrevista manejo operativo de la ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA

Esta entrevista se realiza con el fin de conocer el manejo operativo que se realiza en el sistema de abastecimiento de agua potable y las condicione s actuales de las ASADAS de Vara Blanca, la información recopilada será necesaria para la realización del proyecto de graduación titulado: "PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO OFRECIDO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LAS ASADAS DE SAN RAFAEL DE VARA BLANCA Y VARA BLANCA DE HEREDIA", el mismo proyecto cuenta con el apoyo del Área Rectora de Salud de Heredia.
Información de la ASADA
1. Nombre de la ASADA: SAN RAFAEL DE VARA BLANCA
2. Ubicación: 2 KM AL ESTE DE LA ESCUELA PÚBLICA
3. Nombre del funcionario: JUAN CARLOS CABEZAS VÁSQUEZ
4. Cargo: FONTANERO
Condiciones del manejo operativo en la ASADA
5. ¿Qué tipo de fuente que abastece? () Pozo (X) Naciente
6. Tipo de sistema de abastecimiento: () Bombeo

(X) Gravedad
7. ¿Cuáles son los tipos de control realizados regularmente? (X) Control Operativo () Nivel primero N1 () Nivel Segundo N2 () Nivel Tercero N3 () Nivel Cuarto N4
8. ¿Cuáles son los tipos de análisis realizados por control operativo? () Turbiedad () Olor () Sabor () pH (X) Cloro residual libre
9. ¿Cuál es el tipo de método de desinfección realizado? CLORACIÓN
10. ¿Cuál sustancia se utiliza para realizar la desinfección? CON PASTILLAS, MARCA ACCUTAB
11. ¿Cuál es la concentración utilizada? 65% DE CLORO MÍNIMO. SE APLICAN DE 2 A 3 PASTILLAS EN TANQUE 1 Y 6 PASTILLAS EN TANQUE 3 Y 4
12. ¿Cuál es la frecuencia para realizar la desinfección CADA 15 DÍAS
13. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema? 1 captación
14. ¿Cada cuánto realizan la limpieza de los componentes del sistema? Tanques: __SEMESTRAL___. Tuberías: ___NO INDICA___. Clorador: __15 DÍAS_.
15. ¿Se han presentado alguna falla en el sistema de abastecimiento? NO SE HAN PRESENTADO FALLAS NI FUGAS, SOLAMENTE SE PRESENTO LA CAÍDA DE UN ARBOL A LOS TANQUE 3 Y 4.
16. ¿Poseen una bitácora y realizan los registros de las pruebas realizadas del control operativo?

SÍ REALIZAN LAS PRUEBAS, PERO NO LAS REGISTRAN, NO TIENE BITÁCORA.

Nota: Elaboración propia (2023)

Tabla A.4.2. Entrevista manejo operativo de la ASADA DE VARA BLANCA

Esta entrevista se realiza con el fin de conocer el manejo operativo que se realiza en el sistema de abastecimiento de agua potable y las condicione s actuales de las ASADAS de Vara Blanca, la información recopilada será necesaria para la realización del proyecto de graduación titulado: "PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO OFRECIDO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LAS ASADAS DE SAN RAFAEL DE VARA BLANCA Y VARA BLANCA DE HEREDIA", el mismo proyecto cuenta con el apoyo del Área Rectora de Salud de Heredia.
Información de la ASADA
17. Nombre de la ASADA: Naciente el Desengaño
18. Ubicación: Vara Blanca, en la finca la Georgina
19. Nombre del funcionario: Joaquín González Núñez
20. Cargo: Fontanero
Condiciones del manejo operativo en la ASADA
21. Qué tipo de fuente que abastece () Pozo (X) Naciente
22. Tipo de sistema de abastecimiento: () Bombeo (X) Gravedad
23. ¿Cuáles son los tipos de control realizados regularmente? (X) Control Operativo () Nivel primero N1 () Nivel Segundo N2 () Nivel Tercero N3 () Nivel Cuarto N4
24. ¿Cuáles son los tipos de análisis realizados por control operativo? () Turbiedad () Olor () Sabor () pH

(X) Cloro residual libre
25. ¿Cuál es el tipo de método de desinfección realizado? Cloración
26. ¿Cuál sustancia se utiliza para realizar la desinfección? Tabletas desinfectantes, marca ACL 90
27. ¿Cuál es la concentración utilizada? Tricloro-s-triazinetriona al 99,4%
28. ¿Cuál es la frecuencia para realizar la desinfección Trimestral
29. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema? 1 captación
30. ¿Cada cuánto realizan la limpieza de los componentes del sistema? Tanque: Trimestral. Tuberías: Trimestral Clorador: Trimestral.
31. ¿Se han presentado alguna falla en el sistema de abastecimiento? No se han presentado fallas o averías desde el terremoto de Cinchona
32. ¿Poseen una bitácora y realizan los registros de las pruebas realizadas del control operativo? Sí

Nota: Elaboración propia (2023)

Apéndice 5. Guías de inspección SERSA

Tabla A.5.1. GUÍAS DE INSPECCIÓN-SERSA ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA

GUÍAS DE INSPECCIÓN-SERSA **Formularios y Guías del Proceso de Vigilancia de la Calidad del Agua.** **Registro del Sistema de Abastecimiento de Agua**
Número de registro: ___N/A**__** **Fecha de registro en Dirección de Área Rectora de Salud: _** N/A **_** **Nombre del sistema de abastecimiento:** _ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA_ **Funcionario del Ministerio de Salud: ____**N/A**___** **Funcionario del ente operador del acueducto:** _JUAN CARLOS CABEZAS VAZQUEZ_ **Teléfono:** _____

Cédula de identidad: _____

Responsable legal del acueducto: ___ÁLVARO RODRÍGUEZ SEGURA___

Teléfono de contacto: __83042025___

Cédula jurídica: ___3-002-363302____

1) INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Región: __CENTRAL NORTE___ **Dirección de Área Rectora de Salud:** ___HEREDIA___

1.2. Provincia: ____HEREDIA__ **Cantón:** _ HEREDIA _ **Distrito:** __VARA BLANCA__

1.3. Localidad: 2KM AL ESTE DE LA ESCUELA PÚBLICA, SAN RAFAEL, VARA BLANCA.

1.4. Coordenadas geográficas: Longitud: _84°08'08.76"_ Latitud: _10°10'26.37"_

1.5. Ente administrador: A y A () Municipal () ASADA (X) Privado ()

Otros: _____

1.6. Programa de Control de Calidad del Agua conforme al Reglamento Calidad del Agua Potable:

Sí () No (X)

2) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA

2.1. Número de abonados: _80__

2.2. Población total abastecida por el sistema: __280__habitantes.

2.3. Nombre de comunidades abastecidas por el sistema: __TODO SAN RAFAEL____

2.4. Número de fuentes de abastecimiento: ___1____

2.4.1. N°, nacientes: __1__

1. Nombre __BLANCA NIEVES____ Longitud: 84°07'47.41" Latitud: 10°09'53.27"

2.4.5. N° Tanques de almacenamiento y distribución: _____

1. Nombre ___TANQUE 1 (PLASTICO)____ Longitud: 84°07'49.9" Latitud: 10°09'56.2"

2. Nombre ___TANQUE 2 (CERAMICA)__ Longitud: 84°07'57.4" Latitud_10°10'5.01"

3.- Nombre ____TANQUE 3 (NEGRO)____ Longitud: 84°07'58.6" Latitud: 10°10'07.0"

4. Nombre _____TANQUE 4 (NEGRO)___ Longitud: 84°07'58.6" Latitud: 10°10'07.0"

5. Nombre ___TANQUE 5__(PLASTICO)___ Longitud: 84°08'34.1" Latitud: 10°10'37.4"

2.5. Mecanismo de abastecimiento

Gravedad (X) Bombeo () otro: () _____

2.6. Sistema de desinfección: Sí () Describa (cloro-gas, pastillas u otro): ____PASTILLAS____

Sin desinfección ()

2.7. Elementos de tratamiento () No Sí () Marque los existentes:

a) Desarenador ()
b) Floculación ()
c) Sedimentación ()
d) Filtración ()
e) Desinfección (X)

2.8. Fecha de construcción del acueducto: __AÑO 1978__

2.9. Permiso de funcionamiento (PF): Sí (X) No ()

Formulario SERSA-AGUA-I-01: Ficha para el Registro y Reporte de Inspección Sanitaria de Fuentes Inspección Sanitaria

- Ficha de Campo: FUENTES

Dirección Regional Rectora de Salud: __CENTRAL NORTE___

Dirección de Área Rectora de Salud: __HEREDIA_____

Nombre del acueducto: __NACIENTE BLANCA NIEVES___

Ente administrador: ___ ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA____

Fecha de inspección: __2 DE OCTUBRE DEL 2022___ **Hora:** _10 AM___

Nombre del funcionario del Ministerio de Salud: _____N/A_____

Motivo de inspección: Vigilancia () Seguimiento () Denuncia () Brote epidémico ()

Otro () ____N/A_____

Tipo de captación (según el tipo de captación debe aplicar la ficha correspondiente y una ficha por cada captación):

() Captación de agua superficial mediante represas o diques (Aplicar ficha 1)

(X) Captación de manantiales o nacientes (aplicar ficha 2)

() Captación de aguas subterráneas mediante pozos (Aplicar ficha 3)

Cumplimiento de Requisitos:

1. Naciente o captación de agua registrada en MINAET: Sí (X) No ()

2. ¿Programa de control de calidad del agua vigente? Sí () No (X)

3. Permiso de funcionamiento vigente? Sí (X) **Fecha de vencimiento:** _4 DE JULIO 2023__,

No () Proceder a emitir orden sanitaria para el otorgamiento o renovación del permiso de funcionamiento.

4. ¿Se lleva registro de resultados de análisis de calidad del agua? Sí (X) (revisar evidencia del cumplimiento), No ().

Luego de revisar el cumplimiento de requisitos, se procede a llenar la ficha de campo que corresponda según la fuente para detectar los factores de riesgo.

Ficha de campo 2. CAPTACIÓN DE NACIENTES O MANANTIALES

I) INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: _2 DE OCTUBRE 2022__ **Hora:** __10AM___

Nombre Acueducto: _ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA__

Nombre de Naciente o Manantial: __NACIENTE BLANCA NIEVES___

Número de registro en MINAET: _598R__

Funcionario del Acueducto: __JUAN CARLOS CABEZAS VÁSQUEZ_____

Teléfono: __83042025___

Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

Captación: Caseta () A nivel ()

Enterrada () Semienterrada (X)

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo en la Naciente o Manantial	**SÍ**	**NO**
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación?		X
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas?		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía?		X
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de captación?		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura).		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial?		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (Total de "SÍ")	**RIESGO BAJO**	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LA FUENTE (POZO, NACIENTE, AGUA SUPERFICIAL)

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso de las fuentes de abastecimiento las acciones deben coordinarse con el Nivel Regional y Nivel Central además del AyA en caso necesario. Las acciones sugeridas son:

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes. -Riesgo Intermedio (Verde): Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.

- **Riesgo Alto (Amarillo):** Elaborar plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos. Girar orden sanitaria con un Plazo de 1 mes para obtener evidencia de mejoras.

- **Riesgo Muy Alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden sanitaria.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _2 DE OCTUBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 1 ___

Dirección: _____DENTRO DE LA PROPIEDAD_____

Funcionario del Acueducto: __JUAN CARLOS CABEZAS VÁSQUEZ_____

Teléfono: __83042025___

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto () Plástico (X) Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral (X) Trimestral () Mensual () Otra () _____ No se Sabe / Nunca ( )

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X
TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")	**RIESGO NULO**	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _2 DE OCTUBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 2___

Dirección: __SOBRE CARRETERA AFUERA DE LA PROPIEDAD_____

Funcionario del Acueducto: __JUAN CARLOS CABEZAS VÁSQUEZ_____

Teléfono: __83042025___

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto (X) Plástico () Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral (X) Trimestral () Mensual () Otra ( ) _____ No se Sabe / Nunca ( )

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	Si	No
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X

4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X
TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")		**RIESGO NULO**

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	**Clasificación de Riesgo**	**Código de Colores**
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario:

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _2 DE OCTUBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 3 Y 4 ___

Dirección: __SOBRE CARRETERA_____

Funcionario del Acueducto: __JUAN CARLOS CABEZAS VASQUEZ_____

Teléfono: __83042025___

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto () Plástico (X) Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral (X) Trimestral () Mensual () Otra ( ) _____ No se Sabe / Nunca ( )

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X

TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")	RIESGO NULO

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	**Clasificación de Riesgo**	**Código de Colores**
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario:

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _2 DE OCTUBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 5 ___

Dirección: __SOBRE CARRETERA_____

Funcionario del Acueducto: __JUAN CARLOS CABEZAS VÁSQUEZ_____

Teléfono: __83042025___

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto () Plástico (X) Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral (X) Trimestral () Mensual () Otra ( ) _____ No se Sabe / Nunca ( )

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	Si	No
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X
TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")	**RIESGO NULO**	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	**Clasificación de Riesgo**	**Código de Colores**
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario:

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _2 DE OCTUBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA SAN RAFAEL DE VARA BLANCA__

Funcionario del Acueducto: __JUAN CARLOS CABEZAS VÁSQUEZ__

Teléfono: __83042025___

Número de reparaciones por fugas durante cada mes: NO SE HAN PRESENTADO FUGAS EN EL AÑO

Nombre del funcionario Ministerio de Salud: __N/A___

Material de líneas de conducción:

PVC (X), Hierro galvanizado (), Asbesto () Otros: _____

Material de la tubería de distribución:

PVC (X) Hierro Galvanizado () Mixto () Otro ()_____

DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Factores de Riesgo de la Línea de Conducción y Sistema de Distribución	**SÍ**	**NO**
1. ¿Existe alguna fuga en la línea de conducción?		X
2. ¿Carecen los tanques quiebra gradientes de tapas sanitarias?		X
3. En los tanques quiebra gradientes ¿se observan rajaduras, grietas, fugas o raíces?		X

4. ¿Se observan fugas visibles en alguna parte de la red de distribución?		X
5. ¿Existen variaciones significativas de presión en la red de distribución?		X
6. ¿Carece de cloro residual alguna zona en la red principal de distribución		X
7. Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua?		X
8. ¿Carecen de sistema para purgar la tubería de distribución?		X
9. ¿Carecen de un fontanero o encargado del mantenimiento de la red?		X
10. ¿Carecen de un esquema del sistema de distribución (planos o croquis)?	X	
TOTAL DE FACTORES DE RIESGO (Total de "SÍ")	**RIESGO BAJO**	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	**Clasificación de Riesgo**	**Código de Colores**
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso de la línea de conducción y red de distribución, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario:

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Solicitar plan de acción al operador para corregir situación con urgencia. Plazo 5 días hábiles.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Emitir orden sanitaria al operador para corregir los factores de riesgo detectados en un plazo de 5 días hábiles.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Elaborar plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos. Girar orden sanitaria con un Plazo de 5 días hábiles para obtener evidencia de mejoras.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden sanitaria.

Tabla A.5.2. GUÍAS DE INSPECCIÓN-SERSA ASADA DE VARA BLANCA

GUÍAS DE INSPECCIÓN-SERSA

Formularios y Guías del Proceso de Vigilancia de la Calidad del Agua

Registro del Sistema de Abastecimiento de Agua

Número de registro: ___N/A__

Fecha de registro en Dirección de Área Rectora de Salud: __N/A __

Nombre del sistema de abastecimiento: _ASADA DE VARA BLANCA_

Funcionario del Ministerio de Salud: ____N/A___

Funcionario del ente operador del acueducto: _JOAQUÍN GÓNZALEZ NÚÑEZ_

Teléfono: _____

Cédula de identidad: _____

Responsable legal del acueducto: ___ALEXIS MORERA MÉLENDEZ___

Teléfono de contacto: __88496530___

Cédula jurídica: ___3-002-345044____

1) INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Región: __CENTRAL NORTE___ **Dirección de Área Rectora de Salud:** ___HEREDIA___

1.2. Provincia: ____HEREDIA__ **Cantón:** _ HEREDIA _ **Distrito:** __VARA BLANCA__

1.3. Localidad: FINCA LA GEORGINA, VARA BLANCA.

1.4. Coordenadas geográficas: Longitud: _84°09’30.89”_ Latitud: _10°10’20.74”_

1.5. Ente administrador: A y A () Municipal () ASADA (X) Privado ()

Otros: _____

1.6. Programa de Control de Calidad del Agua conforme al Reglamento Calidad del Agua Potable:

Sí () No (X)

2) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA

2.1. Número de abonados: _240__

2.2. Población total abastecida por el sistema: __N\A_ habitantes.

2.3. Nombre de comunidades abastecidas por el sistema: __VARA BLANCA____

2.4. Número de fuentes de abastecimiento: ___1____

2.4.1. N°, nacientes: __1__

1. Nombre __DESENGAÑO____ Longitud_84°08’39.3” Latitud_10°08’55.8” _

2.4.5. N°, Tanques de almacenamiento y distribución: ___4___

1. Nombre ___TANQUE 1 Longitud_84°08’55.13” __ Latitud_10°09’12.67” _

2. Nombre ___TANQUE 2_ Longitud__84°08’57.92” _ Latitud_10°09’09.61” _

3. Nombre ___TANQUE 3 Longitud__84°09’28.7” __ Latitud_10°10’39.77” __

4. Nombre ___TANQUE 4 Longitud__84°09’17.47” __ Latitud_10°11’33.05” __

2.5. Mecanismo de abastecimiento

Gravedad (X) Bombeo () otro: () _____

2.6. Sistema de desinfección: Sí () Describa (cloro-gas, pastillas u otro): ____PASTILLAS____

Sin desinfección ()

2.7. Elementos de tratamiento () No o Sí () Marque los existentes:

f) Desarenador ()
g) Floculación ()
h) Sedimentación ()
i) Filtración ()
j) Desinfección (X)

2.8. Fecha de construcción del acueducto: __AÑO 1975__

2.9. Permiso de funcionamiento (PF): Sí () No (X)

Formulario SERSA-AGUA-I-01: Ficha para el Registro y Reporte de Inspección Sanitaria de Fuentes Inspección Sanitaria

- Ficha de Campo: FUENTES

Dirección Regional Rectora de Salud: __CENTRAL NORTE___

Dirección de Área Rectora de Salud: __HEREDIA_____

Nombre del acueducto: __NACIENTE DESENGAÑO

Ente administrador: ___ASADA DE VARA BLANCA____

Fecha de inspección: __4 DE NOVIEMBRE DEL 2022___ **Hora:** _9 AM___

Nombre del funcionario del Ministerio de Salud: _____N/A_____

Motivo de inspección: Vigilancia () Seguimiento () Denuncia () Brote epidémico ()

Otro () ____N/A_____

Tipo de captación (según el tipo de captación debe aplicar la ficha correspondiente y una ficha por cada captación):

() Captación de agua superficial mediante represas o diques (Aplicar ficha 1)

(X) Captación de manantiales o nacientes (aplicar ficha 2)

() Captación de aguas subterráneas mediante pozos (Aplicar ficha 3)

Cumplimiento de Requisitos:

1. Naciente o captación de agua registrada en MINAET: Sí (X) No ()

2. ¿Programa de control de calidad del agua vigente? Sí () No (X)

3. Permiso de funcionamiento vigente? Sí () Fecha de vencimiento: _____,

No (X) Proceder a emitir orden sanitaria para el otorgamiento o renovación del permiso de funcionamiento.

4. ¿Se lleva registro de resultados de análisis de calidad del agua? Sí () (revisar evidencia del cumplimiento) o No (X).

Luego de revisar el cumplimiento de requisitos, se procede a llenar la ficha de campo que corresponda según la fuente para detectar los factores de riesgo.

Ficha de campo 2. CAPTACIÓN DE NACIENTES O MANANTIALES

I) INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: _4 DE NOVIEBRE 2022__ **Hora:** __9AM___

Nombre Acueducto: _ASADA DE VARA BLANCA__

Nombre de Naciente o Manantial: __NACIENTE DESENGAÑO_

Número de registro en MINAET: _273R

Funcionario del Acueducto: __JOAQUÍN GÓNZALEZ NÚÑEZ_____

Teléfono: __86674682___

Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

Captación: Caseta () A nivel ()

Enterrada () Semienterrada (X)

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo en la Naciente o Manantial	**SÍ**	**NO**
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación?		X
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X

4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas?		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía?		X
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de captación?		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura).		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial?		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (Total de "SÍ")	**RIESGO NULO**	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LA FUENTE (POZO, NACIENTE, AGUA SUPERFICIAL)

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso de las fuentes de abastecimiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Regional y Nivel Central además del AyA en caso necesario. Las acciones sugeridas son:

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes. -Riesgo Intermedio (Verde): Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Elaborar plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos. Girar orden sanitaria con un Plazo de 1 mes para obtener evidencia de mejoras.
- **Riesgo Muy Alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden sanitaria.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _4 DE NOVIEMBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 1 ___

Dirección: _____SOBRE CARRETERA_____

Funcionario del Acueducto: __JOAQUÍN GÓNZALEZ NÚÑEZ _____

Teléfono: __86674682__

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto () Plástico (X) Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral () Trimestral (X) Mensual () Otra () _____ No se Sabe / Nunca ( )

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X

TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")	RIESGO NULO

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	**Clasificación de Riesgo**	**Código de Colores**
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _4 DE NOVIEMBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 2 ___

Dirección: _____SOBRE CARRETERA_____

Funcionario del Acueducto: __JOAQUÍN GÓNZALEZ NÚÑEZ _____

Teléfono: __86674682__

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto () Plástico (X) Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral () Trimestral (X) Mensual () Otra () _____ No se Sabe / Nunca ( )

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X
TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")	**RIESGO NULO**	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _4 DE NOVIEMBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 3 ___

Dirección: _____SOBRE CARRETERA_____

Funcionario del Acueducto: __JOAQUÍN GÓNZALEZ NÚÑEZ _____

Teléfono: __86674682__

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto () Plástico (X) Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral () Trimestral (X) Mensual () Otra () _____ No se Sabe / Nunca ( )

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X

2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X
TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")		**RIESGO NULO**

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "SÍ"	**Clasificación de Riesgo**	**Código de Colores**
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.

- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

I) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _4 DE NOVIEMBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA DE VARA BLANCA__

Nombre Tanque: __TANQUE 4 ___

Dirección: _____SOBRE CARRETERA**_____**

Funcionario del Acueducto: __JOAQUÍN GÓNZALEZ NÚÑEZ **_____**

Teléfono: __86674682__

1. Nombre del funcionario Ministerio de Salud: _N/A__

2. Tipo Tanques:

Elevado () A nivel (X) Enterrado () Semienterrado ()

3. Material del Tanque: Concreto () Plástico (X) Metálico ()

4. Frecuencia de Limpieza:

Anual () Semestral () Trimestral (X) Mensual () Otra () _____ No se Sabe / Nunca ( )

II) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Identificación de Factores de Riesgo del Tanque de Almacenamiento

Factores de Riesgo	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		X

9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque? (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		X
TOTAL de Factores de Riesgo (Total de "SÍ")	RIESGO NULO	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "Sí"	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario:

- **Riesgo Bajo (Celeste):** Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
- **Riesgo Intermedio (Verde):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario.
- **Riesgo Alto (Amarillo):** Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
- **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

Ficha de campo 5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Dirección Regional Rectora de Salud: _HEREDIA_

Fecha: _4 DE NOVIEMBRE 2022_

Nombre Acueducto: _ASADA DE VARA BLANCA__

Funcionario del Acueducto: __JOAQUÍN GÓNZALEZ NÚÑEZ___

Teléfono: __86674682___

Número de reparaciones por fugas durante cada mes: NO SE HAN PRESENTADO FUGAS EN EL AÑO

Nombre del funcionario Ministerio de Salud: __N/A___

Material de líneas de conducción:

PVC (X), Hierro galvanizado () Asbesto () Otros: _____

Material de la tubería de distribución:

PVC (X) Hierro Galvanizado () Mixto () Otro ()_____

DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA: Factores de Riesgo de la Línea de Conducción y Sistema de Distribución	**SÍ**	**NO**
1. ¿Existe alguna fuga en la línea de conducción?	X	
2. ¿Carecen los tanques quiebra gradientes de tapas sanitarias?		X
3. En los tanques quiebra gradientes ¿se observan rajaduras, grietas, fugas o raíces?		X
4. ¿Se observan fugas visibles en alguna parte de la red de distribución?	X	
5. ¿Existen variaciones significativas de presión en la red de distribución?	X	
6. ¿Carece de cloro residual alguna zona en la red principal de distribución		X
7. Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua?		X
8. ¿Carecen de sistema para purgar la tubería de distribución?		X
9. ¿Carecen de un fontanero o encargado del mantenimiento de la red?		X
10. ¿Carecen de un esquema del sistema de distribución (planos o croquis)?	X	
TOTAL DE FACTORES DE RIESGO (Total de "SÍ")	RIESGO INTERMEDIO	

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Cada "SÍ" en la Ficha es un Factor de Riesgo. Número de respuestas "Sí"	**Clasificación de Riesgo**	**Código de Colores**
0	Riesgo Nulo	AZUL
1 - 2	Riego Bajo	CELESTE
3 - 4	Riesgo Intermedio	VERDE
5 - 7	Riesgo Alto	AMARILLO
8 - 10	Riesgo Muy Alto	ROJO

Acciones para Disminuir los Factores de Riesgo

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso de la línea de conducción y red de distribución, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA en caso necesario:
• **Riesgo Bajo (Celeste):** Solicitar plan de acción al operador para corregir situación con urgencia. Plazo 5 días hábiles. • **Riesgo Intermedio (Verde):** Emitir orden sanitaria al operador para corregir los factores de riesgo detectados en un plazo de 5 días hábiles. • **Riesgo Alto (Amarillo):** Elaborar un plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos. Girar orden sanitaria con un Plazo de 5 días hábiles para obtener evidencia de mejoras. • **Riesgo muy alto (Rojo):** Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden sanitaria.

Apéndice 6. Video explicativo ASADAS

Video explicativo ASADAS.mp4

11. Anexos

Anexo 1. Parámetros de Calidad del Agua.

Tabla A.1.1. Control Operativo (CO)

Parámetros de aceptabilidad	Unidad	Valor de alerta (VA)	Valor Máximo Admisible (VMA)
Turbiedad	UNT	1,0	5,0
Olor	-	Aceptable	Aceptable
Cloro residual libre (a)	mg/L	0,3	1,0

(a) Para el parámetro cloro residual libre se establecen rangos permisibles y no VA ni VMA.

Tabla A.1.2. Nivel Primero (N1)

Parámetro	Unidad	Valor Alerta (VA)	Valor Máximo Admisible (VMA)
Color aparente	U-Pt-Co	<5	15(c)
Conductividad	µS/cm	400	-
Coliforme fecal	NMP/100 ml o UFC/100ml	No detectable (c)	No detectable (c)
Escherichia coli	NMP/100 ml o UFC/100ml	No detectable (c)	No detectable (c)
Cloro residual libre (a)	mg/L	0,3	1,0
Cloro residual combinado (a) (b)	mg/L	1,0	1,8
Turbiedad	UNT	1,0	5,0
Olor	-	Aceptable	Aceptable
Temperatura (a)	C	18	30
pH (a)	Valor pH	6,0	8,0

(a) Para los parámetros de pH, temperatura, cloro residual libre y cloro residual combinado, se establece rangos permisibles y no VA ni VMA.

(b) Sólo en el caso que el residual del cloro se encuentre en forma combinada o se esté dosificando cloro en la forma de cloramina (cloro-amoniaco).

(c) No detectable (N.D.): de acuerdo con el límite de detección del Método.

Tabla A.1.3. Nivel Segundo (N2)

Parámetro	Valor de Alerta (VA) mg/L	Valor Máximo Admisible (VMA) mg/L
Aluminio (Al+3)	---	0,2
Calcio (Ca+2)	---	100
Cloruro (Cl-)	25	250
Cobre (Cu)	1,0	2,0
Dureza Total (CaCO3)	300	400
Fluoruro (F)	---	0,7 a 1,5(a)
Hierro (Fe)	---	0,3(b)
Magnesio (Mg+2)	30	50
Manganeso (Mn)	0,1	0,5(b)
Potasio (K+)	---	10
Sodio (Na+)	25	200
Sulfato (SO4-2)	25	250
Zinc (Zn)	---	3,0

(a) 1.5 mg/L para temperaturas de 8 a 12 ºC y 0,7 mg/L para temperaturas de 25 a 30 ºC.

(b) En aguas subterráneas, donde se encuentran estos dos metales, el VMA (Fe + Mn) es 0,3 mg/L.

Tabla A.1.4. Nivel Tercero (N3)

Parámetro	Valor de alerta (VA) mg/L	Valor Máximo Admisible (VMA) mg/L
Amonio (NH4+)	0,05	0,5
Antimonio (Sb)	---	0,005
Arsénico (As)	---	0,01
Cadmio (Cd)	---	0,003
Cromo (Cr)	---	0,05
Mercurio (Hg)	---	0,001

Níquel (Ni)	---	0,02
Nitrato (NO3-)	25	50
Nitrito (NO2-)	---	0,1
Plomo (Pb)	---	0,01
Selenio (Se)	---	0,01

Tabla A.1.5. Nivel Cuarto (N4)

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS	
PARÁMETRO	**Valor Máximo Admisible (VMA) µg/L**
Plaguicidas. (a)	0,1
Plaguicidas organoclorados(b)	0,03
Total de plaguicidas. (c)	0,5
(a) Por "Plaguicidas" se entiende: insecticidas orgánicos, herbicidas orgánicos, fungicidas orgánicos, nematocidas orgánicos, acaricidas orgánicos, alguicidas orgánicos, rodenticidas orgánicos, molusquicidas orgánicos, productos relacionados (reguladores de crecimiento) y sus pertinentes metabolitos y productos de degradación y reacción. Sólo es preciso controlar aquellos plaguicidas que sea probable que estén presentes en un suministro dado. De estar presentes en el suministro e implementado el sistema de tratamiento, estos deben ser evaluados con una frecuencia mensual. (b) Sustancias de uso prohibido en el país, pero que debido a su persistencia en Costa Rica podrían encontrarse en aguas, dada su larga vida media en el ambiente y su uso extensivo en épocas anteriores. (c)Por "Total de plaguicidas" se entiende la suma de todos los plaguicidas detectados y cuantificados en el procedimiento de control.	
SUSTANCIAS ORGÁNICAS	
PARÁMETRO	**Valor Máximo Admisible. (VMA) µg/L**
Alcanos Clorados	
Tetracloruro de carbono	2
Diclorometano	20
1,2-dicloroetano	30
1,1,1-tricloroetano	2000
Etenos Clorados	

Cloruro de Vinilo	5
1,1-dicloroeteno	30
1,2-dicloroeteno	50
Tricloroeteno	70
Tetracloroeteno	40
Hidrocarburos Aromáticos	
Tolueno	700
Xilenos	500
Etilbenceno	300
Estireno	20
Benzo-alfa-pireno	0,7
Benceno	0,5
Bencenos Clorados	
Monoclorobenceno	300
1,2-diclorobenceno	1000
1,4-diclorobenceno	30
Triclorobencenos	20
Otros Compuestos Orgánicos	
Di (2-etilhexil) adipato	80
Di (2-etilhexil) ftalato	8
Acrilamida	0,5
Epiclorohidrino	0,4
Hexaclorobutadieno	0,5
EDTA	200
Ácido nitriloacético	200
Oxido de tributilestaño	2
Hidrocarburos policíclicos aromáticos totales	0,2
Bifenilos policlorados totales	N. D
OTROS PARÁMETROS FÍSICOS E INORGÁNICOS	

PARÁMETRO	Valor de Alerta (VA) mg/L	Valor Máximo Admisible (VMA) mg/L
Sólidos totales disueltos	---	1000
Sulfuro de Hidrógeno (H2S)	---	0,05
Cianuro (CN-)	---	0,07
DESINFECTANTES Y SUBPRODUCTOS DE LA DESINFECCIÓN		
PARÁMETRO	**Valor Máximo Admisible (VMA) µg/L**	
Desinfectantes		
Monocloramina	4000	
Subproductos de la desinfección		
a) Clorofenoles		
2,4,6-triclorofenol	200	
Formaldehido	900	
b) Trihalometanos		
Bromoformo	100	
Dibromoclorometano	100	
Bromodiclorometano	60	
Cloroformo	200	
c) Ácidos Acético-Clorados		
Ácido dicloroacético	50	
Ácido tricloroacético	100	
Tricloracetaldehído/cloralhidrato	100	
d) Haloacetonitrilos		
Dicloroacetonitrilo	90	
Dibromoacetonitrilo	100	
Tricloroacetonitrilo	11	
e) Cloruro de cianógeno (como CN-)	70	
MICROORGANISMOS		

Microorganismo	**Género y/o especie**	**Valor Máximo Admisible (VMA)**
Bacterias	Escherichia coli cepas patógenas	Ausencia
	Escherichia coli cepas patógenas	Ausencia
	Salmonella spp	Ausencia
	Shigella spp	Ausencia
	Aeromonas hydrophila	Ausencia
	Campylobacter jejuni y C. coli	Ausencia
	Yersinia enterocolitica	Ausencia
	Vibrio cholerae	Ausencia
	Cianobacterias tóxicas	Ausencia
Virus	Enterovirus	Ausencia
	Adenovirus	Ausencia
	Virus Hepatitis A y E	Ausencia
	Rotavirus	Ausencia
	Norovirus	Ausencia
Protozoarios Quistes u ooquistes	Crypotosporidium parvum	Ausencia
	Entamoeba histolytica	Ausencia
	Giardia intestinalis	Ausencia
	Cyclospora cayetanensis	Ausencia
Helmintos Huevecillos	Nemátodos intestinales	Ausencia

Anexo 2. Frecuencia mínima de muestreo y número de muestras a recolectar

Tabla A.2.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN para el CONTROL OPERATIVO (CO).

Población abastecida (habitantes)	FUENTES DE ABASTECIMIENTO		RED DISTRIBUCION	
	Frecuencia	N° muestras	Frecuencia	N° muestras
< 2000	Mensual	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Mensual	1
2001 a 20.000	Quincenal	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Quincenal	1
20.001 a 200.000	Semanal	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Semanal	1
>200.000	Diario	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Diario	1

Tabla A.2.2. FUENTES DE ABASTECIMIENTO, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN para el nivel primero (N1)

Población abastecida (habitantes)	Fuentes de abastecimiento (a) (b)		Tanques de almacenamiento (a)		Red de distribución (a) y (b)		Total de muestras mínimas por año ©
	Frecuencia	N° muestras	Frecuencia	N° muestras	Frecuencia	N° muestras	
< 5.000	Semestral	1 en cada fuente	Semestral	1 en cada tanque	Semestral	3	10
5000 a 100.000	Semestral	1 en cada fuente	Trimestral	1 en cada tanque	Trimestral	3	18

100 001 a 500 000	Mensual	1 en cada fuente	Mensual	1 en cada tanque	Mensual	15	120 más 12 por cada 100.000 habitantes (d)
> 500 000	Mensual	1 en cada fuente	Mensual	1 en cada tanque	Diaria	15	180 más 12 por cada 100.000 habitantes

Notas:

(a). Aplica para los parámetros microbiológicos del N1.

(b). Aplica para los parámetros fisicoquímicos del N1. En el caso de la red de distribución se realiza una (1) única muestra.

(c)En los acueductos que abastecen poblaciones superiores a 100.000 personas, con historial de calidad, por al menos 2 años, y resultados de:

i. Coliformes fecales y E. Coli negativos en más del 95% de las muestras anuales.

ii. Cloro residual entre 0,3 mg/L a 0,6 mg/L (en el 90% de las muestras anuales).

iii. Turbiedad menor o igual a 1 U.N.T. (en el 90% de las muestras anuales).

Los entes operadores pueden reducir hasta en un 50% el número de muestras y readecuar la frecuencia de muestreo en concordancia con la mencionada reducción. Para optar por esta reducción, en un acueducto, el ente operador debe probar con datos estadísticos el historial de resultados de la calidad del agua (previa autorización del M.S.).

Tabla A.2.3. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN para los NIVELES N2 Y N3 (después de tener el perfil de calidad).

Población abastecida (habitantes)	**Fuentes de abastecimiento**		**Red de distribución**	
	Frecuencia	**N° muestras**	**Frecuencia**	**N° muestras**
< 5000	Cada 3 años	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Cada 3 años	1

5000 a 100.000	Cada 2 años	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Cada 2 años	1
100 001 a 500 000	Anual	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Anual	1
> 500.001	Trimestral	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Trimestral	6

Nota: Todo acueducto debe contar con análisis de plaguicidas e hidrocarburos, cuando la inspección sanitaria establece un factor de riesgo, de que estas sustancias puedan estar presentes en el agua.

Anexo 3. Cantidad de análisis según población

Tabla A.3.1. Cantidad de análisis que deben ser realizados por parte de un laboratorio, según población abastecida en un período de SEIS (6) MESES.

<5000 HABITANTES	**5000 a 100.000 Habitantes**
1 análisis fisicoquímico del Nivel Primero (N1) en la fuente de abastecimiento. 1 análisis microbiológico del Nivel Primero (N1) en la fuente abastecimiento, tanque almacenamiento y en la red distribución. Cada tres años: 1 Análisis químico del Nivel Segundo (N2) y del Nivel Tercero (N3) en la fuente abastecimiento y en la red distribución.	1 análisis fisicoquímico del Nivel Primero (N1) en la fuente abastecimiento. 2 análisis microbiológico del Nivel Primero (N1) en la fuente abastecimiento, tanque almacenamiento y en la red distribución. Cada 2 años: 1 Análisis químico del Nivel Segundo (N2) y del Nivel Tercero (N3) en la fuente abastecimiento y en la red distribución
100.001 a 500.000 habitantes	**> 500000 Habitantes**
6 análisis fisicoquímico del Nivel Primero (N1) en la fuente abastecimiento. 6 análisis microbiológico del Nivel Primero(N1) en la fuente abastecimiento, tanque almacenamiento y en la red distribución. Cada año: 1 Análisis químico del Nivel Segundo (N2) y del Nivel Tercero (N3) en la fuente abastecimiento y en la red de distribución.	6 análisis fisicoquímico del Nivel Primero (N1) en la fuente de abastecimiento. 6 análisis microbiológico del Nivel Primero (N1) en la fuente abastecimiento y en el tanque almacenamiento. 182 análisis microbiológicos del Nivel Primero (N1) en la red de distribución. 2 análisis químico del Nivel Segundo (N2) y Nivel Tercero (N3) en la fuente abastecimiento y en la red de distribución.