

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

Elaboración de un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de San Pedro de Barva

Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Gestión Ambiental

Con énfasis en Tecnologías limpias

Jeimmy Emilia Obando Miranda

Heredia, Costa Rica

Febrero, 2020.

El Tribunal Examinador aprobó el trabajo titulado:

Propuesta Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de San Pedro de Barva como un requisito parcial para optar al grado de Licenciada en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias.

TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. Jorge Herrera Murillo

Decano, FCTM

Máster Marielos Alfaro Murillo

Director, EDECA

Máster Ligia Dina Solís Torres

Tutora

Msc. María Álvarez Jiménez

Lectora

Msc. Alisa Arce Barrantes

Lectora

Bach. Jeimmy Emilia Obando Miranda

Postulante

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objetivo realizar un Plan de Seguridad (PSA) para la ASADA de San Pedro de Barva, con el fin de contribuir obtener el máximo galardón del programa Sello de Calidad Sanitaria: la Estrella Azul Marino.

El objetivo principal de este proyecto es elaborar un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de San Pedro de Barva, con el propósito de obtener el máximo galardón del programa Sello de Calidad Sanitaria, mediante las buenas prácticas de gestión del recurso hídrico.

La metodología utilizada se estableció por medio de las Guías de Calidad de Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud. Se empleó una adaptación de la herramienta del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA) como matriz de riesgos para determinar los Puntos Críticos de Control, en conjunto con otras herramientas como la aplicación de una encuesta de percepción del recurso hídrico y los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Se efectuó un diagnóstico socio ambiental de la ASADA, en la cual se investigaron los componentes biofísicos y se llevó a cabo visitas de campo para conocer la condición de la infraestructura y de esta forma determinar los riesgos y los Puntos Críticos de Control. Se aplicó una encuesta de percepción social a los abonados. En ella se determinó una población muy satisfecha con la gestión actual.

El nivel de riesgo es de bajo a intermedio en las diferentes unidades. Sin embargo, el riesgo mayor se presentó en las líneas de conducción, por ser donde aparecen más fugas, material expuesto, tubería la cual necesita cambiarse y posible riesgo de contaminación. Una vez identificados todos los peligros capaces de afectar el suministro de agua, se procedió a priorizarlos para su atención. Este proceso se efectuó de acuerdo con la valoración del riesgo represente por esos peligros.

Por último, se planteó la propuesta de PSA. Se incluyó cada etapa del sistema de abastecimiento de agua potable en estrategias para mejorar el estado actual y las recomendaciones respectivas.

Con el desarrollo de esta propuesta se espera que la ASADA contribuya con la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento, reduzca en gran medida de la contaminación en la fuente, genere un cambio en el comportamiento de los abonados por medio de la educación y

sensibilización ambiental en la comunidad y su influencia en las diferentes plataformas de comunicación.

DEDICATORIAS

Primero agradecer a Dios y la Virgen de Guadalupe por permitirme concluir esta etapa con mucha fuerza, iluminación y fortaleza, así como poner Ángeles en mi camino que me ayudaran en todo este proceso.

Quiero dedicar este proyecto de graduación a mi amada familia. Dedicárselo a mi amada mamá, quien siempre confía en mí, me da palabras de aliento, apoyo, comprensión y hasta regaños en los años donde quise desistir. Gracias por finalizar conmigo esta etapa que hace casi 15 años empezamos juntas de la mano y juntas concluiremos. Mi amor eterno y para siempre mami. Gracias por ser mi soporte y tesoro.

También una dedicatoria especial a mis hermanos y hermanas, pilares en los cuales muchas veces me sostuve. Gracias por ser mis fans más grandes y por mirar este proyecto con los ojos de la fe. Sé que Dios tiene grandes proyectos para ustedes, mi amor y gratitud eterna.

Agradecerle también a mi tía Patricia, otra figura materna, por su apoyo, cuidado, oraciones y aliento durante mi vida universitaria.

Le dedico este proyecto a mis dos ángeles maravillosos en el cielo, quienes fueron parte de mi formación personal y académica, y sé que interceden por mí desde el cielo, siempre apostaron por mí y me incentivaron a concluir esta etapa: mi papá y mi abuelita Tirza. ¡Lo logramos familia! ¡Va por ti papito!

Una dedicatoria especial a todos mis amigos, comunidad de vecinos y compañeros de trabajo a lo largo de los años, pues siempre me motivaron a concluir esta etapa tan importante. En especial a mi amiga y colega, la Licenciada Ana Gabriela Chacón Herrera, por levantarme el ánimo en un momento de mi vida cuando pienso en desistir, en el cual ella con paciencia y sabiduría me guía en este proceso, me infunde ánimo, valor y sé, como ella me dice: ¡triunfaremos en grande! Mi gratitud eterna.

Dedico este proyecto a todos mis colegas de generación, pues están reavivando este proceso, recordarles que sí se puede, y como dijo Simón Bolívar: “Dios concede la victoria a la constancia”

AGRADECIMIENTOS

Agradecerle ante todo a mi profesora tutora Ligia Dina Solís Torres, quien excede su labor académica. Le agradezco su apoyo, palabras de aliento, guía, oraciones y sobre todo decir sí desde el primer día. Una profesora que no solo es académica, sino amiga, confidente y busca sembrar una huella de esperanza en sus alumnos.

Agradecerle a mi lectora María Álvarez Jiménez por decir sí desde el primer día, por sus palabras de apoyo y aliento, así como su compromiso y visión con la conclusión de esta etapa. Gracias por ser una profesora la cual marca una diferencia en la vida de sus estudiantes.

Agradecerle a mi segunda lectora Alisa Arce Barrantes, pues no solo es una lectora, sino una colega, amiga, compañera, un gran apoyo, soporte y guía en todo este proceso. Sé que Dios tiene grandes cosas para un ser humano de su calidad, siempre con la verdad como estandarte.

Gracias al profesor Igor Zúñiga Garita, por su apoyo durante estos años e impulso para concluir la licenciatura y poder optar por mejores oportunidades.

Un agradecimiento especial a la Arquitecta Judith Obando por su colaboración en el desarrollo gráfico de este proyecto. Su talento no tiene límites y fronteras.

Agradecimiento especial a todo el recurso humano administrativo y operativo de la ASADA de San Pedro de Barva, en especial a Luis Fabián Córdoba, el administrador y su asistente Patricia Ruiz Zárate; así como al señor Geovanny Fernández Agüero, por todo el apoyo, colaboración, palabras de aliento y soporte desde el primer día en el cual llamé a consultar por la posibilidad de realizar el PSA en su acueducto. Sé que seguirán brillando y dejando la labor del acueducto en alto.

Agradecimiento a la Gestora Ambiental Susana Lobo Ruiz, del departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Barva, por colaborar con información, mapas actualizados y prontitud en los trámites.

Un agradecimiento especial al Msc. Jorge Suárez Matarrita por su colaboración al confeccionar los mapas del sistema de la ASADA, sus palabras de aliento y apoyo incondicional para concluir esta etapa. Los amigos son la familia que el corazón escoge y ciertamente usted es un miembro de mi familia.

Finalmente, a todas las personas quienes de una u otra manera me apoyan y ayudan a concluir este proyecto.

Índice

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO	3
DEDICATORIAS	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	12
I Capítulo.....	13
1. 1 Introducción	13
1. 2 Antecedentes	16
1.3 Justificación.....	18
1.4 Objetivos	21
1.4. 1. Objetivo general:	21
1.4.2 Objetivos específicos:.....	21
1. 5 MARCO TEÓRICO	22
1.5.1 Situación del recurso hídrico	22
1.5.2 Gestión del recurso hídrico en Costa Rica	23
1.5.3 Políticas Nacionales referentes al recurso hídrico.....	24
1.5.4 Marco legal del recurso hídrico.....	26
1.5.5 Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS).....	30
1.5.6 Deberes y funciones de las ASADAS	30
1.5.7 Responsabilidades de las ASADAS	31
1.5.8 Amenazas a las que se encuentran expuestas las ASADAS.....	31
1.5.9 Programa Sello de Calidad Sanitaria.....	33
1.6 Plan de Seguridad del Agua	34
1.6.1 Componentes de un Plan de Seguridad del Agua.....	36
1.6.2 Aplicación de los Planes de Seguridad del Agua	37
1.7 MARCO METODOLÓGICO	38
1.7.1 Descripción del sitio de estudio.....	38
1.7.2 Distrito de San Pedro de Barva	39

1.7.3 ASADA de San Pedro de Barva.....	40
1.7.4 Enfoque de la investigación	41
1.7.5 Criterio de selección del objeto de estudio.....	41
1.7.8 Alcance.....	42
1.8 Proceso metodológico	42
1.8.1 Fase 1: Búsqueda de información	42
1.8.2 Fase 2: Evaluación de riesgos y peligros del sistema.....	44
1.8.3 Fase 3: Elaboración del Plan de Seguridad del Agua.....	45
II. Capítulo de Resultados	49
2.1 Diagnóstico socio ambiental.	49
2.1.1. Ubicación geográfica.....	49
2.1.2 Aspectos climáticos.....	50
2.1.3 Geología	50
2.1.4 Hidrografía	51
2.1.5 Distrito San Pedro de Barva	51
2.2 Aspectos administrativos de la ASADA de San Pedro de Barva.....	52
2.2.1 Condición de la infraestructura	53
2.3 Capacidad física	56
2.3.1 Nacientes	56
2.3.2 Líneas de conducción	57
2.3.3. Tanques de almacenamiento	58
2.3.4. Estructuras de captación de pozos profundos.....	59
2.3.5 Medición de caudales.....	60
2.3.6 Proceso de cloración.....	61
2.3.7 Toma de muestras de cloro residual	61
2.4 Resultados de la percepción del recurso hídrico	62
2.5 Evaluación de riesgos y peligros del sistema	69
2.5.1 Determinación de los Puntos Críticos de Control y sus medidas de control.....	69
Capítulo III. Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de San Pedro de Barva.....	83
3.1 Elaboración del PSA	83

3.1.1 Conformación del equipo de trabajo	83
3.2 Evaluación del sistema.	84
3.2.1 Descripción del sistema de abastecimiento	84
3.2.2 Evaluación de peligros y caracterización detallada de los riesgos	87
3.3 Determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC), aplicación de medidas de control y atención de acciones correctivas.....	90
3.3.1 Medidas correctoras para garantizar el suministro de agua potable	92
3.4 Gestión y comunicación	93
3.4.1 Establecimiento de los procedimientos para verificar el eficiente funcionamiento del PSA y cumplimiento de los objetivos en salud establecidos en las normas	93
3.4.2 Establecimiento de procedimientos de comunicación.....	95
3.5 Verificación del PSA.....	97
3.6 Educación ambiental	98
IV Capítulo. Conclusiones y recomendaciones.....	99
4.1 Conclusiones	99
4.2 Recomendaciones.....	100
5. Bibliografía.....	103
6. Anexos.....	110
6.1 Anexo N°1: Encuesta Percepción Social.....	110
6.2 Anexo N° 2: Matriz de Riesgo a aplicar.....	114
6.3 Anexo N° 3: Clasificación de Riesgos SERSA del Anexo 5 para el Reglamento de la calidad del Agua Potable, Decreto N 38924-S.....	117
6.4 Anexo n° 4: Matrices de Identificación de riesgos de las estructuras de la ASADA	120
6.5 Anexo n° 5: Formularios de Inspección Sanitaria.....	130
6.6 Anexo 6: Acta de reunión del Equipo de PSA	139

Índice de cuadros

Cuadro 1.Porcentaje de población abastecida con agua sometida a Programas de Control de Calidad, en el periodo: 2007-2015	24
---	----

Cuadro 2.Marco legal referente al agua para consumo humano en Costa Rica	26
Cuadro 3.Conformación de la junta directiva de la ASADA de San Pedro de Barva.....	40
Cuadro 4.Mantenimiento preventivo de los sistemas de abastecimiento de agua.....	54
Cuadro 5.Características de las líneas de conducción.	57
Cuadro 6.Características de los tanques	58
Cuadro 7. Sistema de desinfección de tanques.....	62
Cuadro 8.Tarifas establecidas por metro cúbico para la prestación del recurso hídrico	68
Cuadro 9. Sistema de clasificación de riesgo	69
Cuadro 10. Clasificación de riesgo para nacientes.....	70
Cuadro 11. Clasificación de riesgo para tuberías de conducción.....	77
Cuadro 12.Clasificación de riesgo para los tanques de almacenamiento	79
Cuadro 13.Clasificación de riesgo para pozos.	82
Cuadro 14.Equipo de Plan de Seguridad del Agua de la ASADA de San Pedro de Barva.....	84
Cuadro 15.Valoración de los potenciales peligros de la ASADA	88
Cuadro 16.Puntos Críticos de Control y acciones correctivas del PSA.	91
Cuadro 17. Lista de Chequeo para la atención de emergencias que se presentan en la ASADA de San Pedro de Barva.....	94
Cuadro 18. Estrategia sugerida para la capacitación de los abonados de la ASADA de San Pedro de Barva, según los lineamientos de un PSA.	95
Cuadro 19. Estrategia de comunicación para dar a conocer el control de calidad del recurso.....	96

Índice de figuras

Figura 1.Fases para la elaboración de un Plan de Seguridad del Agua	36
Figura 2.Mapa del Distrito San Pedro de Barva.....	39
Figura 3.Ubicación ASADA de San Pedro de Barva.	53
Figura 4. Rótulo de válvula de By Pass. -Figura 5.Tapas en buen estado, pintadas y cerradas.	55
Figura 6. Malla perimetral en buen estado -Figura 7. Revisión de limpieza de tanques.....	55
Figura 8. Revisión de rótulos - Figura 9. Mantenimiento en sector Roble Alto.	56
Figura 10. Naciente Steinvorth - Figura 11.Mantenimiento en nacientes	57
Figura 12.Vista de la estructura del Tanque Doña Elena	60
Figura 13. Medición de caudal por parte del personal de la ASADA.....	60
Figura 14.Etiqueta del cloro ACL90 - Figura 15. Pastillas de cloro	61
Figura 16. Tipo de asociado de la población encuestada	62
Figura 17 . Rango de edad de los usuarios entrevistados.....	63
Figura 18.Conocimiento de abonados sobre proveniencia del agua.	64
Figura 19.Información de avisos sobre la interrupción del servicio.....	65
Figura 20.Medios de información sobre la interrupción del servicio.....	65
Figura 21.Calificación de los usuarios a la ASADA.....	66
Figura 22. Problemática del servicio de agua de acuerdo a la estación climática.....	67
Figura 23.Superficie de la naciente -Figura 24.Revisión de las tapas.....	71
Figura 25.Superficie de la naciente -Figura 26. Estado del tanque	72
Figura 27. Superficie de la naciente - Figura 28 .Estado del tubo de rebalse, ASADA San Pedro, 2019.....	73
Figura 29. Apertura de tapa de tanque	73
Figura 30 .Superficie de la naciente - Figura 31. Pared interna del tanque de captación.....	74
Figura 32. Superficie de la naciente - Figura 33. Vista de las paredes internas del tanque.....	75
Figura 34. Superficie de la naciente - Figura 35. Vista de las paredes internas del tanque.....	75
Figura 36. Estado de la superficie	76
Figura 37. Tubería con fuga - Figura 38. Tubería expuesta	78
Figura 39. Fuga expuesta en tramo - Figura 40 .Señalización en mal estado.....	78
Figura 41. Revisión de tapa de tanque cerca de Plantex	79
Figura 42. Superficie del tanque - Figura 43. Revisión de tuberías	80

Figura 44. Superficie de piedra laja - Figura 45. Revisión interna del tanque	80
Figura 46. Superficie en buen estado - Figura 47. Tapas sin óxido y cerradas	81
Figura 48. Paredes internas en concreto liso	81
Figura 49-Figura 50: Estructura de paredes internas y externas en buen estado.....	81
Figura 51. Tanque en buen estado -Figura 52. Malla perimetral y alumbrado	82
Figura 53. Estado de las válvulas de cierre	82
Figura 54. Malla perimetral del tanque y pozo - Figura 55. Tubo de cloración cerrado.....	83
Figura 56. Croquis del sistema de abastecimiento de la ASADA de San Pedro de Barva.....	85
Figura 57. Mapa de las nacientes de la ASADA San Pedro de Barva	86
Figura 58. Mapa de zonas de distribución ASADA San Pedro de Barva	87

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

APS: Agua potable y saneamiento

ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos

ASADAS: Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

CAARS: Comités Administradores de Acueductos Rurales

CCSS: Caja Costarricense del Seguro Social

DE: Decreto Ejecutivo

ESPH S.A.: Empresa de Servicios Públicos de Heredia Sociedad Anónima

HAPCC (siglas en inglés): Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control

MINAE: Ministerio del Ambiente y Energía

MINSA: Ministerio de Salud

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONU: Organización de las Naciones Unidas

OPS: Organización Panamericana de la Salud

OMS: Organización Mundial de la Salud

PCC: Puntos Críticos de Control

PNAP: Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica

PSA: Plan de Seguridad del Agua

PSCS: Programa Sello de Calidad Sanitario

UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

I Capítulo

1. 1 Introducción

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta. Se encuentra en océanos, lagos, ríos, en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Los océanos dan cuenta de casi el 97,5 % del agua del planeta (Fernández, 2012).

De acuerdo con Fernández (2012), la disponibilidad de agua es de suma importancia para la vida y el desenvolvimiento económico de cualquier región del mundo.

El agua es un recurso natural limitado y un bien público fundamental para la vida y la salud. El derecho humano al agua es indispensable para tener una vida acorde con la dignidad humana, es un pre requisito para la realización de los otros derechos humanos (ONU, 2003). Sin embargo, más de 1000 millones de personas no tienen acceso al suministro de ella y más de 117 millones no tienen acceso a servicios básicos de saneamiento.

A nivel mundial y regional, se desarrolla diversas actividades en torno a la preocupación sobre los servicios básicos de agua y saneamiento por más de 25 años. Sin embargo, uno de los precedentes más importantes son los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), los cuales ayudan a evidenciar la importancia de poder acceder a un suministro de agua potable seguro y a unas instalaciones sanitarias adecuadas (Fallas, 2013).

En el objetivo seis de desarrollo del milenio sobre agua y saneamiento, se menciona la Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales (2016), en la cual se establece metas como reducir la contaminación, la gestión integral del recurso hídrico y la participación comunitaria en temas de agua. Todas estas acciones se realizan con el propósito de buscar el cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030, en los cuales Costa Rica debe presentar estrategias que permitan cumplir los fines planteados internacionalmente.

En el país, el ente rector del manejo y distribución del agua es el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), este se encarga de dirigir y vigilar todo lo concerniente al recurso hídrico, y de esa manera puedan proveer a los habitantes del país un servicio excelente de

agua potable, recolección y evacuación de aguas negras y residuos industriales líquidos, así como de aguas pluviales en las áreas urbanas.

A nivel país se implementa iniciativas como el Programa de Acueductos Rurales, con estos se establece los denominados Comités de Acueductos y Alcantarillados Rurales (CAARS). Luego pasan a llamarse Asociación Administradora de Acueductos Rurales (ASADAS) (Castro, 2016). Según Castro (2016), estas organizaciones permiten a muchos distritos, comunidades y caseríos optar por esta medida con el fin de mejorar la calidad del servicio de agua potable, ello toma relevancia por los aportes que brindan a nivel nacional, pues mejoran el tratamiento y distribución del líquido.

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) aprueba mediante acuerdo de Junta Directiva N° AN-2002-150, la creación del Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS) con el propósito de premiar a los entes operadores de acueductos, los cuales suministran agua de calidad potable en forma sostenible y en armonía con la naturaleza.

La bandera otorgada por el Programa Sello de Calidad Sanitaria es un incentivo, se entrega anualmente como premio al esfuerzo, trabajo y dedicación de los diferentes entes operadores de acueductos, centros de salud, restaurantes, hoteles, centros de recreación y otros establecimientos, para beneficio de los consumidores (CCH, 2013).

El objetivo general del Programa es establecer un incentivo para los entes operadores de acueductos, centros de salud, hoteles, centros recreativos y otros establecimientos, que cumplan con los requisitos establecidos por el Programa Sello de Calidad Sanitaria y se preocupen por mantener y mejorar integralmente las condiciones de las estructuras del sistema y de la infraestructura del lugar (AyA, 2015).

El presente trabajo pretende contribuir a la ASADA de San Pedro de Barva, por medio de la elaboración de un Plan de Seguridad del Agua, con el fin de obtener la Estrella Azul Marino del Programa Sello de Calidad Sanitaria. El PSA pretende ser un instrumento participativo, tanto de la administración como de la comunidad, busca colaborar con la gestión del recurso hídrico. En el cual se espera ambas partes colaboren activamente en las acciones realizadas por la asociación, como la conservación de bosques, gestión y protección de los ecosistemas (por medio de las fincas donde

pasan las líneas de conducción, (por ejemplo), programas de reforestación, educación ambiental, entre otros.

1. 2 Antecedentes

De acuerdo con la Política Nacional de Agua Potable 2017-2030 el AyA promueve el trabajo en conjunto con la población para la construcción de acciones, alternativas y soluciones, para que el abastecimiento de agua potable y saneamiento en las comunidades se brinde de la forma más adecuada.

Es aquí donde toma más fuerza la aplicación de los Planes de Seguridad del Agua, como herramienta para detectar Puntos Críticos de Control y su mitigación, se toma en cuenta no solo la parte administrativa y técnica del acueducto, sino el involucramiento de la comunidad para una gestión adecuada del recurso hídrico que envuelva a todos los actores. Un aspecto muy importante es, además del enfoque preventivo que brindan los PSA, el cumplimiento de la nueva directriz N° 032-S, pues establece que las ASADAS deben contar con un plan de seguridad del agua.

De manera tal, el acercamiento a dichas comunidades se da a través del desarrollo de procesos participativos y de diálogo, en los cuales intervienen los diferentes actores sociales involucrados; estos actores pueden ser: líderes y lideresas comunales, asociaciones de desarrollo y comités locales, otras organizaciones comunales e instituciones públicas presentes en la comunidad. (AyA, 2017).

El Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto de Acueductos y Alcantarillados, es uno de los propulsores de este tipo de iniciativas. Para el año 2014, brinda capacitaciones para establecer el Plan de Seguridad del Agua en cinco ASADAS, con el propósito de evitar emergencias, como las ocurridas en Copalchí en Cartago e Higuito de Desamparados (Torres, 2014). Según el director, Darner Mora, estas acciones permiten incentivar las ASADAS para conformar equipos de trabajo, ellos deben incluir las Áreas de Salud, del Ministerio de Salud, y gente de la comunidad. Se debe elaborar un plan para identificar riesgos de la fuente de agua, evaluar los tanques de almacenamiento, las líneas de conducción y establecer un programa de control de calidad del agua (Torres, 2014).

A nivel nacional, se tiene ejemplos de casos exitosos de aplicación de PSA, tanto en zonas urbanas como rurales, por ejemplo, la elaboración de los componentes para el Programa Operacional del Plan de Seguridad del Agua (PSA) en el acueducto de la comunidad costera de Jacó, Puntarenas, el

cual se basa en diseñar hasta la etapa del Programa Operacional del PSA para el acueducto de Jacó, con el fin de asegurar la calidad y el abastecimiento de agua potable a la comunidad (Arce, 2015).

En el 2011, el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA, realiza un estudio para identificar los aspectos intangibles de los Planes de Seguridad del Agua, mediante el análisis de un estudio de caso en los acueductos administrados por la Asociación Administradora de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios de Tierra Blanca de Cartago, con el propósito de realizar un aporte a la filosofía y metodología de los PSA. Para ello se selecciona cuatro acueductos comunales a cargo de la mencionada ASADA, en donde se lleva a cabo un PSA. Esto permite identificar los riesgos y realizar su valoración, tanto en los operativos (tangibles) y administrativos como en el manejo del agua en el hogar (intangibles) (Mora, 2011).

En esta línea, se tiene ejemplos aplicados directamente en la provincia de Heredia. En el 2015, se elabora una Propuesta de Plan de Seguridad del Agua (PSA) para el Acueducto Municipal de Barva, Heredia. Incorpora tecnologías limpias y medidas ambientales que contribuyen a mejorar la cantidad y calidad de agua en las comunidades abastecidas (Arce, 2015). Tal como lo menciona Arce (2015), en esta investigación, se efectúa un diagnóstico socio ambiental y una caracterización que determina el estado actual del acueducto, también se identifica los riesgos asociados con su condición actual, y de ellos los Puntos Críticos de Control sobre los cuales se propone mejoras para suministrar agua en cantidad y calidad a los abonados.

También se efectúa un Plan de Seguridad del Agua para el Sistema de Abastecimiento de la ASADA Puente Tierra, ubicada en Concepción de San Isidro de Heredia, durante el 2015. Dicho plan se construye para la corrección de cuatro faltas graves detectadas (Rodríguez, 2016). Para la realización su realización de acuerdo con Rodríguez (2016), el plan se divide en ejes de acción, se planea actividades para la corrección de estas y se propone una tecnología limpia para el tratamiento del agua, previa a su ingreso al tanque de cloración.

En el 2018 se elabora un Plan de Seguridad del Agua para la Asociación Administradora del Sistema de Acueducto y Alcantarillado Sanitario Rincón de Zaragoza, cuyo fin es promover la mejora en la gestión del recurso hídrico y de esta forma optar por el galardón de Estrella Azul Marino dentro del Programa Sello de Calidad Sanitaria del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, del cual es participante (Chacón, 2018).

Al analizar los ejemplos presentes se determina: los PSA son una herramienta enmarcada dentro de la gestión integral del recurso hídrico, toma en cuenta el manejo de los ecosistemas y recursos naturales en el análisis de peligros desde las fuentes de captación hasta los hogares de los consumidores.

Con el PSA se busca asegurar las buenas prácticas de abastecimiento de agua para consumo a través de la minimización de la contaminación de las fuentes de agua (Arce, 2015).

1.3 Justificación

Si bien el agua es necesaria para la supervivencia humana, es portadora de microorganismos y parásitos causantes de enfermedad y muerte. El manejo adecuado de ella hace posible crear un medio ambiente higiénico, este evita o limita la propagación de muchas enfermedades del hombre y de los animales. Estas enfermedades son el resultado de la pobreza, ignorancia, desnutrición y un saneamiento ambiental deficiente (Fernández, 2012).

Como lo menciona Fernández (2012), para preservar la salud de la población, es indispensable proteger las fuentes de suministro de agua potable con el fin de eliminar o reducir al mínimo el riesgo que significa su contaminación. La contaminación hídrica puede definirse como el resultado de adicionar cualquier tipo de sustancia o forma biológica, la cual lleva a alterar su calidad a tal punto que restringe e impide su utilización.

Las ASADAS como organizaciones comunales son un ejemplo de colaboración, apropiamiento y gobernanza del recurso hídrico, sin embargo, a éstas se les hace difícil luchar contra todas las amenazas que se ciernen sobre el agua (Gaviria et al, 2016). Sumado a esto, el paradigma convencional para resolver los problemas de aguas negras y residuos sólidos es eliminar la presencia de excretas y sólidos en los hogares, sin considerar el impacto de éstos en los sitios donde se disponen. Este impacto negativo no se cuantifica debidamente y es un potencial riesgo de contaminación de acuíferos y manantiales (Gaviria et al, 2016).

Tal como lo afirma Gaviria (2016), la sostenibilidad de la distribución del agua potable en las diferentes ASADAS del país es un tema complejo, multifactorial, dependiente de muchos actores y condiciones ambientales. A la fecha los principales esfuerzos y enfoques se orientan en los procesos de conducción del agua, tratamiento y distribución. Se asume es un recurso inagotable e inalterable.

Con gran preocupación se detecta como este recurso cada día es más escaso por la creciente presión de su uso, la degradación ambiental y el cambio en los patrones del clima. (Gaviria et al, 2016)

El AyA desarrolla una serie de mecanismos tendientes a mejorar la gestión de las ASADAS. Por ejemplo, la obtención de diferentes banderas y por medio de éstas, estrellas, así como el sello de calidad viene a convertirse en un estímulo, en un incentivo para éstas.

El Laboratorio Nacional de Aguas trabaja con las ASADAS en el tema de vigilancia de la calidad del agua y quienes están en el Programa de Sello de Calidad Sanitaria, con el fin de darles seguimiento en el Control de la Calidad del agua. Tiene un papel de formación y educación, para el cuidado del recurso hídrico (Barrantes, 2018).

La Asociación Administradora del Acueducto de San Pedro de Barva, participa en los dos últimos años en el programa Sello de Calidad Sanitaria, obtiene dos estrellas doradas en 2017. Sin embargo, para mejorar el servicio, contribuir al medio ambiente y darle un enfoque preventivo a la gestión del recurso hídrico, se plantea una estrategia para la construcción del Plan de Seguridad del Agua de la ASADA, y de esta forma poder optar por la Estrella Azul Marino (específica para entes operadores) del Programa Sello de Calidad Sanitaria.

Los PSA son una herramienta muy importante para las comunidades, pues su fin es preservar la salud de la población. Para resguardar la salud de los usuarios (en el caso de las ASADAS) los planes de seguridad del agua contemplan en su metodología la evaluación de los peligros y caracterización del riesgo. Por esta razón las ASADAS realizan periódicamente análisis físico-químicos de la calidad del agua, basados en la legislación, así como inspecciones a las diferentes unidades que conforman el sistema. Una vez detectados los riesgos y los puntos críticos de control (si los hubiera), se establece medidas de control para su reducción, preservar la salud de los usuarios, y el funcionamiento correcto del sistema. El enfoque primordial del Plan de Seguridad del Agua es generar un insumo preventivo, el cual permita no solo cumplir con la legislación vigente, sino preservar la salud de la población, establecer un sistema de monitoreo y vigilancia del acueducto en procura de la gestión integral del recurso hídrico.

Si bien la Asociación realiza análisis físico-químicos y microbiológicos para vigilar la calidad del agua, es necesario identificar los Puntos Críticos de Control, pues en algunos abarcados por el

sistema, se detecta posibles focos de contaminación, debido a la presencia de zonas agrícolas. Una vez se reconoce esos puntos donde se pueda afectar la salud de la población, se debe proponer acciones correctivas e incorporarlas en el PSA.

Este proyecto responde a la necesidad de realizar un Plan de Seguridad del Agua. Por decreto establece lo siguiente: los acueductos comunales (Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios y los Comités Administradores de Acueductos Rurales) deben contar con uno a partir del 1° de enero del 2019 al 1° de enero del 2022. Dicho decreto queda establecido en la Gaceta, el 18 de diciembre del 2018, en la directriz N° 032-S.

La importancia de este proyecto reside en elaborar el Plan de Seguridad del Agua para asegurar a la ASADA, no solo la obtención del máximo galardón del PSCS y cumplir con la legislación, sino brindarles herramientas para generar buenas prácticas de abastecimiento de agua de consumo humano, a través de la minimización de la contaminación de fuentes de agua, reducción de la contaminación en las fuentes de agua, eliminación de la contaminación por medio de procesos de tratamiento, prevención de la contaminación durante el almacenamiento, distribución y manipulación del agua a nivel intradomiciliario. Es decir, generar un manejo preventivo.

1.4 Objetivos

1.4. 1. Objetivo general:

Elaborar un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de San Pedro de Barva con el propósito de obtener el máximo galardón del programa Sello de Calidad Sanitaria mediante las buenas prácticas de gestión del recurso hídrico.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico socio ambiental de la ASADA San Pedro de Barva para determinar la situación actual del acueducto, mediante inspecciones de campo de las diversas instalaciones.
- Evaluar los Puntos Críticos de Control de la ASADA para la identificación de los peligros que tiene el sistema, por medio de la aplicación de una matriz de riesgos.
- Desarrollar un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA con el fin de mejorar la gestión del recurso hídrico y de esta forma obtener el galardón Estrella Azul Marino del Programa sello de Calidad Sanitaria.

1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 Situación del recurso hídrico

Es clara la necesidad humana del agua específicamente para el organismo o el cuerpo. De acuerdo con esto, pensar la relación existente entre agua y vida es llevar el razonamiento al plano de los mecanismos y procesos biológicos propios del desenvolvimiento de la vida. Estos mecanismos y procesos obedecen a una necesidad biológica cuyo rasgo fundamental es, como lo da a entender el término “necesidad”, la ausencia de libertad de los seres vivos frente a los mecanismos en los que se basa su existencia. En este sentido, existe un determinismo biológico propio del orden de la naturaleza en virtud del cual el ser humano y las demás especies, están determinados a necesitar del agua para vivir, o lo que es igual, no son libres frente a su necesidad de agua (Villa, 2012).

La Tierra, con sus diversas y abundantes formas de vida, incluyen a más de 6.000 millones de seres humanos, se enfrenta en este siglo XXI con una grave crisis del agua. Todas las señales parecen indicar cómo la crisis empeora y continuará haciéndolo de no emprenderse una acción correctiva. Se trata de una crisis de gestión de los recursos hídricos, esencialmente causada por la utilización de métodos inadecuados. La verdadera tragedia de esta crisis, sin embargo, es su efecto sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres, quienes sufren el peso de las enfermedades relacionadas con el agua, viven en entornos degradados y a menudo peligrosos, luchan por conseguir una educación para sus hijos, por ganarse la vida y por solventar sus necesidades básicas de alimentación.

A pesar de los progresos en labores de saneamiento en los últimos años, en América Latina y el Caribe, todavía se puede observar en la mayoría de los países, problemas de calidad del agua como consecuencia de deficiencias en la operación, mantenimiento y continuidad de los servicios, incorrecto funcionamiento de las plantas potabilizadoras de agua, ausencia o insuficiente desinfección, precariedad de las redes de distribución e instalaciones domiciliarias, así como la presencia de conexiones clandestinas (Fallas, 2013).

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio ayudan a congregarse el mundo en torno a los desafíos en materia de abastecimiento de agua y saneamiento. Desde el año 2000, miles de millones de personas logran acceso a servicios básicos de agua potable y saneamiento; pero no necesariamente son confiables. Aproximadamente tres de cada diez personas en todo el mundo no pueden acceder de manera segura y fácil al agua en su hogar, y seis de cada diez carecen de servicios de saneamiento

gestionados de forma segura, según el informe de la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) para el año 2017.

De los 2100 millones de personas sin acceso a abastecimiento de agua, 844 millones no tienen ni siquiera servicio básico de agua potable. De los 4500 millones de personas sin servicio de saneamiento gestionado de manera segura, 2300 millones aún carecen de saneamiento básico (Banco Mundial, 2018).

Estos son algunos de los factores que contribuyen a comprometer la calidad del agua. De ahí la importancia que revisten las acciones de vigilancia y control de calidad del agua para consumo humano. Para ello se debe lograr proteger y distribuir el agua entre todos los usuarios y devolverla a la naturaleza en condiciones adecuadas, para volver a contar con ella en menor tiempo y en las mejores condiciones posibles, pues anteriormente, por ejemplo, en América Latina se le da prioridad a la cobertura y no tanto a la calidad del agua (Fallas, 2013).

1.5.2 Gestión del recurso hídrico en Costa Rica

La prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en Costa Rica, le corresponden al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AyA). Es el ente operador encargado de brindar servicios de distribución de agua a la población, así como de canalizar las aguas domésticas, negras e industriales, mediante el sistema de alcantarillado sanitario, así cumple una doble función de ente rector y operador de servicios.

Sin embargo, el AyA no es el único ente operador de servicios, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, las municipalidades, los Comités Administradores de Acueductos Rurales (CAAR) y las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Rurales (ASADAS) y algunas organizaciones privadas menores, las cuales operan acueductos o sistemas individuales con pozos excavados o nacientes, se encargan de satisfacer las necesidades del acceso al agua en el país (Herrera, 2017).

En el 2016 la población de Costa Rica, según datos del INEC, alcanza los 4.889.762 habitantes. Dicha población se cubre a través de alguno de los entes operadores oficiales (AyA, Municipios, ASADAS/CAAR's, ESPH y otros), alcanza un 91,8 % de potabilidad. Solamente el 0,5% de la población no cuenta con el servicio de agua por tubería. Un total de 1.878 acueductos presentan calidad potable y 696 no potable. El mejoramiento en la calidad del agua se hace manifiesto durante el transcurso de los años, con algunos eventos de contaminación de origen químico. Un total de 5.222 fuentes se evalúan durante el 2016, prevalece el uso de nacientes. El 74,1% de la población del país se abastece con agua sujeta a programas de control de calidad, mientras el 86,3% a tratamiento y/o desinfección.

En el cuadro 1, se presenta los porcentajes de población que recibe agua sometida a control de calidad del agua (Mora, 2016).

Cuadro 1. Porcentaje de población abastecida con agua sometida a Programas de Control de Calidad, en el periodo: 2007-2015

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Porcentaje	76	76,0	77,3	78,2	74,9	75,3	75,5	78,5	76,6

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas, 2016.

Por lo tanto, a nivel país, el AyA propone la implementación y sostenibilidad de dos iniciativas, el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable” y el “Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales”, con la intención de contribuir a mejorar los indicadores de calidad del agua y la salud pública del país. En ese sentido se plantea metas que, de ser posible la aplicación de estas iniciativas, podrían convertirse en una herramienta para lograrlo (Mora, 2017).

1.5.3 Políticas Nacionales referentes al recurso hídrico

A continuación, se presenta diversos esfuerzos realizados por el gobierno para mejorar la gestión del agua en Costa Rica.

- **Agenda del Agua 2013-2030:** es necesario el país cuente con una “Agenda de Agua” (AdA) y lograr a través de este instrumento posicionar el tema de la gestión integrada del recurso hídrico, como un eje central en las políticas públicas del Estado. Se debe encontrar procedimientos más expeditos con el fin de atender las limitantes presentes hasta ahora, como restricciones presupuestarias, insuficiente asignación de recursos para inversión en

infraestructura, rezago en las reformas legales, entre otros, y a partir de la superación de estas, avanzar paulatinamente en una mejor administración, aprovechamiento, protección y sobre todo en evitar conflictos en el uso del agua (Ballester, 2013). Por tanto, esta agenda consiste en una visión futura de Estado relacionada con el agua y sus diversos usos, busca reflejar lo que la población quiere y necesita, con base en los estudios técnicos y las experiencias de las deficiencias actuales. En el tema de ASADAS, la Agenda del Agua pretende propiciar la participación cada vez mayor de los gobiernos locales, ASADAS, Asociaciones de Desarrollo, empresas privadas y ciudadanos en general, en la solución de los problemas económicos y sociales, donde el recurso hídrico se replantea como un elemento prioritario y transversal a las acciones de cada uno de estos actores (Ballester, 2013).

- **Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017 – 2030:** esta política pretende contribuir con la gobernabilidad a partir de varios principios, tales como: transterritorialidad e interculturalidad, así como en los enfoques de derecho humano al agua potable, igualdad y equidad de género y participación ciudadana. Lo cual representa una oportunidad para mantener la cobertura de agua potable del país de manera equitativa, accesible en todo el territorio (igualmente para zonas urbanas y rurales) (Llorca et al, 2016).

Según Llorca et al, 2016, dicha política, identifica la existencia de más de 1400 ASADAS en el país, la cuales abastecen a un 25,5 % de la población, equivalente a 1 125 200 personas, ello la posiciona como el segundo ente operador del país. Sin embargo, es una responsabilidad del AyA ejercer una acción de rectoría técnica eficiente y eficaz.

- **Política de Organización y Fortalecimiento de la Gestión Comunitaria de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento:** esta política pública presenta la orientación que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados dé a sus acciones durante los próximos años, en relación con su rol rector en materia de prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y saneamiento (APS). Ello, brindado mediante la delegación y la gestión que, en esa prestación realizan cada una de las ASADAS (Astorga, 2015).

Según Yamileth Astorga (presidenta ejecutiva del AyA) para la elaboración de esta política, se traza diversas líneas de acción específicas y necesarias de desarrollar para alcanzar el escenario ideal. De forma tal, se establece veinte lineamientos de políticas, distribuidos en los cinco ejes estratégicos: nueva cultura del agua, fortalecimiento institucional, fortalecimiento de la gestión de los servicios públicos APS, sinergias y alianzas estratégicas y Ordenamiento de la Gestión Comunitaria.

1.5.4 Marco legal del recurso hídrico

A través de los tiempos Costa Rica acoge y firma algunos convenios internacionales, además posee una ley en materia de recurso hídrico: la Ley de Aguas de 1942. Sin embargo, es obsoleta respecto de la realidad actual. Esto se agrava por la falta de control, seguimiento y monitoreo de las normas existentes y la falta de educación ambiental pues los ciudadanos no le dan el valor real que posee el recurso al tener una cultura de desperdicio, disposición de residuos sólidos y vertido de contaminantes a las fuentes de agua. (Arce, 2015).

En relación con el tema de agua potable existe una serie de normas específicas las cuales regulan esta temática, para ello se consulta manuales, como la Política Nacional de Agua y Saneamiento 2017-2030, entre otros.

Las principales leyes con respecto de entes encargados, parámetros establecidos, entre, se presentan a continuación en el siguiente cuadro 2.

Cuadro 2. Marco legal referente al agua para consumo humano en Costa Rica

Ley	Importancia	Aspectos relevantes
Ley General de Salud N° 5395 de 1973	Indica que la Salud de la población es un bien de interés público. En materia ambiental, norma lo relativo al agua de uso y consumo humano	Se determina el concepto de agua potable, establece las condiciones que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, así como debe ser la administración de éstos, por ejemplo, garantizar la potabilización del agua para que sea continua y permanente. Por otra parte, define que el Ministerio de Salud es el ente encargado de verificar el cumplimiento de esta ley

Ley	Importancia	Aspectos relevantes
Ley General de Ambiente 7554	Esta ley establece lo siguiente: el estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional.	El artículo 50 de esta ley establece el Dominio público del agua: El agua es de dominio público, su conservación y uso sostenible son de interés social. Para la conservación y el uso sostenible del agua, debe aplicarse, entre otros, los siguientes criterios: a) Proteger, conservar y, en lo posible, recuperar los ecosistemas acuáticos y los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico. b) Proteger los ecosistemas que permiten regular el régimen hídrico. c) Mantener el equilibrio del sistema agua, protegiendo cada uno de los componentes de las cuencas hidrográficas.
Ley General de Agua Potable de 1993	Se declara de utilidad pública el planeamiento, proyección y ejecución de las obras de abastecimiento de agua potable en las poblaciones de la República.	Establece las responsabilidades de distintas instituciones con respecto del manejo del agua potable, entre las instituciones encargadas de velar por el cumplimiento de esta ley se encuentra principalmente el Ministerio de Salud, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y las Municipalidades, son otros de los entes con competencias respecto de esta ley.
Reglamento para la calidad del Agua Potable No N° 32327-S	Se define en Costa Rica cuáles parámetros son los que debe cumplir el agua para poder ser llamada potable.	Este reglamento tiene por objetivo establecer los niveles máximos que deben tener aquellos componentes o características del agua, los cuales pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua en beneficio de la salud pública.
Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales No. 26042-S-MINAE	Si el efluente es reusado o vertido a un cuerpo receptor, a la División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud.	El Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales establece la obligación para todo ente generador (persona física o jurídica, pública o privada, responsable del vertido de aguas residuales en un cuerpo receptor o alcantarillado sanitario), de confeccionar reportes operacionales.
Ley de Conservación de Vida Silvestre N° 7317.	Esta ley tiene como finalidad la conservación, protección y control sobre la vida silvestre de Costa Rica.	La Ley de Conservación de Vida Silvestre en el artículo 132 viene a normar lo relativo a la protección de los recursos hídricos. Este artículo se aplica a toda aquella persona física o jurídica que vierta en las aguas nacionales sustancias contaminantes

Ley	Importancia	Aspectos relevantes
		<p>provenientes de casas de habitación, o de sus actividades de producción de bienes de consumo, servicios y comercio.</p> <p>Expresamente, el artículo 132 prohíbe arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, aguas dulces y salobres o saladas</p>
<p>Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, No. 2726.</p>	<p>Esta ley pretende dirigir y vigilar todo lo concerniente para proveer a los habitantes de la República de un servicio de agua potable, recolección y evacuación de aguas negras y residuos industriales líquidos, así como de aguas pluviales en las áreas urbanas.</p>	<p>Corresponde al AyA promover la conservación de las cuencas hidrográficas y la protección ecológica, así como el control de la contaminación de las aguas (artículo 2, inciso c).</p>
<p>Ley de Uso, Manejo y Conservación del Suelo N°. 7779 del 21 de mayo de 1998.</p>	<p>La presente ley tiene como fin fundamental proteger, conservar y mejorar los suelos en gestión integrada y sostenible con los demás recursos naturales, mediante el fomento y la planificación ambiental adecuada.</p>	<p>El Ministerio de Agricultura y Ganadería elaborará un Plan Nacional de Manejo y Conservación de suelos para las tierras de uso agroecológico, el cual tendrá por objeto, entre otros, el manejo adecuado de la fertilidad del suelo, la manutención de la materia orgánica y la reducción de la Contaminación (artículo 12). Se refiere también al manejo de lixiviados y desechos de origen vegetal y animal y a toda actividad que implique riesgo de contaminación de los suelos, deberá basarse en una planificación que evite o minimice el riesgo de contaminación de los suelos (Artículos 28 al 33).</p>
<p>Ley de Creación Del Servicio Nacional De Aguas Subterráneas, Riego y</p>	<p>Una de las funciones de esta ley es elaborar y ejecutar una política justa de aprovechamiento y distribución del agua para fines</p>	<p>Parte de las funciones que tiene SENARA, atinentes a la protección del recurso hídrico para ASADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Elaboración y actualización de un inventario de las aguas nacionales, así como la evaluación de su uso potencial para efectos de su aprovechamiento en los distritos de riego.

Ley	Importancia	Aspectos relevantes
Avenamiento (SENARA) N° 6877	agropecuarios, en forma armónica con las posibilidades óptimas de uso del suelo y los demás recursos naturales.	-Elaboración y mantenimiento de los registros actualizados de concesionarios de aguas en los distritos de riego. -Aprovechamiento múltiple de los recursos hídricos en los distritos de riego.
Decreto Cánones para Concesión de Aguas 26624	El canon por aprovechamiento del agua debe utilizarse como instrumento económico para la regulación del aprovechamiento y administración del agua, que permita la disponibilidad hídrica para el abastecimiento confiable en el consumo humano y el desarrollo socio económico del país.	Todos los ciudadanos de la República, personas físicas o jurídicas, públicas y privadas incluyendo a las instituciones de gobierno que aprovechan el agua bajo la figura legal de una concesión administrativa o autorización, cualquiera que sea el título en que amparen sus derechos, para el aprovechamiento de aguas en cualquiera de sus modalidades de uso, deberán cancelar los respectivos montos por concepto de canon.

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el panorama mundial para la conservación, protección y gestión del recurso hídrico, la ONU establece los Objetivos del Desarrollo Sostenible. El objetivo seis corresponde al Agua Limpia y Saneamiento. Este objetivo se inserta en la Política Nacional de Aguas para lograr la sostenibilidad y sustentabilidad del recurso hídrico del país, así como para lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, con un precio asequible para todos. Ello, procura establecer instrumentos necesarios para tener un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, en donde prevengan y disminuyan los problemas medulares en ambiente y salud pública.

Conforme con lo expresado por el ex ministro de ambiente Fernando Llorca (2016), los ODS definen el desarrollo sostenible y sustentable como el análisis y la gestión prospectiva del riesgo, deben contribuir a la generación de soluciones para proteger y dar sostenibilidad al ambiente, a los bienes públicos y medios de vida necesarios para el bienestar, la salud y el equilibrio presente. y futuro de toda forma de vida.

A nivel de acueductos comunales, el apoyo y fortalecimiento de la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento corresponde a una meta global.

1.5.5 Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS)

El AyA como ente rector en la operación, mantenimiento, administración y desarrollo de todos los sistemas necesarios para abastecer a la población con agua potable, así como en lo referente a sistemas de alcantarillado, tiene la facultad de delegar estas funciones mediante un convenio suscrito al efecto, a otras organizaciones debidamente constituidas como son las Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados.

En 1966 el AyA crea el Programa de Acueductos Rurales con el fin de ampliar la cobertura de agua intradomiciliar en las áreas rurales, lo hace con recursos de “Asignaciones Familiares” y en conjunto con las propias comunidades. Esta decisión histórica permite a nuestro país alcanzar el primer lugar de cobertura de agua intradomiciliar en América Latina y el Caribe. De conformidad con un estudio realizado por el Laboratorio Nacional de Aguas en el año 2010, el país cuenta con 1890 acueductos rurales, cubren un 27,5 por ciento de la población nacional, aunque cabe indicar que solamente el 71,6 por ciento abastece con agua potable (Valenciano, 2011).

La ASADA surge de un acuerdo entre varios vecinos, quienes ponen en común y de manera permanente, sus conocimientos y/o actividades para cooperar en la administración, mantenimiento, operación y desarrollo de un acueducto comunal, convirtiéndose en una organización privada prestataria de un servicio público, por delegación del AyA, sin fines de lucro, regidas por la Ley de Asociaciones No. 218 (AyA, 2015).

1.5.6 Deberes y funciones de las ASADAS

La conformación de ASADAS enlista los deberes que éstas deben desempeñar. Se mencionan a continuación (Montero, 2015):

Cumplir: con las disposiciones legales, técnicas, administrativas y financieras que la organización defina, para garantizar la solución de los problemas en los servicios de agua potable y alcantarillado comunal.

Planificar: el presupuesto y el plan de trabajo, vigencia de la personería jurídica, informes al AyA y sus asociados, campañas de concientización y educativas. Todo lo anterior de acuerdo con la realidad y metas establecidas.

Dirigir: la administración, mantenimiento y operación de los acueductos rurales para lograr la sostenibilidad de los sistemas de agua potable, se incluye la gestión contable, cobro, comunicados y nuevas conexiones.

1.5.7 Responsabilidades de las ASADAS

Las responsabilidades se encuentran en el Reglamento de ASADAS (Decreto ejecutivo No 32529-S-MINAE) y en el estatuto o acta constitutiva. Entre las principales se puede mencionar:

- a. Suscribir con el AyA el Convenio de Delegación de la gestión del servicio público.
- b. Administrar, operar, reparar, custodiar, defender y proteger todos los bienes destinados a la prestación de los servicios de los sistemas que administran.
- c. Establecer las medidas de control interno necesarias para garantizar el buen desempeño de las actividades que desarrolla la asociación.
- d. Cumplir con los trámites de inscripción de la asignación de los caudales y fuentes de abastecimiento necesarios para la comunidad (reservados para un fin público), por medio del AyA, además de mantener un programa y registro permanente de aforos de las fuentes.
- e. Otorgar de forma eficiente, igualitaria y oportuna los servicios públicos a sus usuarios, sin distinciones de ninguna naturaleza.
- f. Convocar cuando sea necesario a asamblea a los asociados para tratar asuntos que requieran acción comunal y sean relacionados con el servicio.

1.5.8 Amenazas a las que se encuentran expuestas las ASADAS

Posteriormente se presenta las amenazas naturales y antropogénicas a las cuales se encuentran expuestas las ASADAS (Plaza, 1998):

1) Sismos: Los efectos de la actividad sísmica en los sistemas de agua son los siguientes: destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento

y distribución. Rotura de las tuberías de conducción y distribución y daños en las uniones, entre tuberías o con los tanques, con la consiguiente pérdida de agua. Interrupción de la corriente eléctrica, de las comunicaciones y de las vías de acceso. Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.

2) Erupciones volcánicas: El potencial destructor de las erupciones volcánicas varía en relación con los cuatro tipos de productos esperados en una erupción volcánica: flujos de lava, flujos piroclásticos o nubes ardientes, flujos de lodos o lahares y caídas de ceniza. Los efectos de las erupciones volcánicas en los sistemas son: obstrucción de las obras de captación, desarenadores, tuberías de conducción, floculadores, sedimentadores y filtros, por caídas de cenizas. Modificación de la calidad del agua en captación de agua superficial, en reservorios por caída de cenizas, y contaminación de ríos, quebradas y pozos en zonas de deposición de los lahares, por mencionar los más importantes.

3) Deslizamientos: El potencial destructor de los deslizamientos depende principalmente del volumen de la masa en movimiento, de la velocidad del movimiento, del tipo de movimiento y de la disgregación de la masa inestable. Los efectos más pronunciados en los sistemas son: destrucción total o parcial de todas las obras en especial de captación y de conducción ubicadas sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados o susceptibles a deslizamientos, contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.

4) Inundaciones: El impacto de la amenaza por inundaciones puede caracterizarse por el área de influencia y los niveles máximos de inundaciones y crecidas. Los efectos de las inundaciones y crecidas en los sistemas son: destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas, pérdida de captación por cambio del cauce del río, rotura de tuberías expuestas en pasos de quebradas y/o ríos, rotura de tuberías de distribución y conexiones en las áreas costeras debido al embate de marejadas y en áreas vecinas a cauces de agua y contaminación del agua en las cuencas.

5) Amenazas antropogénicas: Debido al aumento en la cantidad de población de manera global, el problema más común con respecto de la calidad del agua es la eutrofización, resultado de grandes cantidades de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno), que deteriora considerablemente los

usos benéficos del agua. Esta contaminación se debe a actividades como la agricultura, ganadería, actividades forestales y la acción industrial principalmente.

La contaminación natural del agua potable por arsénico se considera actualmente como una amenaza con más de 140 millones de personas afectadas en 70 países de todos los continentes. La calidad del agua también se ve afectada por una pérdida del área ocupada o reducción de la calidad del agua debido a la contaminación, la industria y asentamientos (UNESCO, 2009).

1.5.9 Programa Sello de Calidad Sanitaria

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, aprueba mediante acuerdo de Junta Directiva N° AN-2002-150, la creación del Programa Sello de Calidad Sanitaria con el propósito de premiar a los entes operadores de acueductos que suministran agua de calidad potable en forma sostenible y en armonía con la naturaleza.

En el año 2008, la Junta Directiva de AyA, mediante acuerdo N° 2008-468, avala la ampliación al Programa Sello de Calidad Sanitaria a: hoteles, restaurantes y centros recreativos. En el año 2013 el Laboratorio Nacional de Aguas crea la categoría Otros Establecimientos, con la finalidad de incentivar y galardonar a los participantes que posean condiciones higiénicas sanitarias adecuadas para prevenir las enfermedades transmitidas por el recurso hídrico.

La bandera que otorga el Programa Sello de Calidad Sanitaria es un incentivo el cual se entrega anualmente como premio al esfuerzo, trabajo y dedicación de los diferentes entes operadores de acueductos, centros de salud, restaurantes, hoteles, centros de recreación y otros establecimientos, para beneficio de los consumidores.

La bandera celeste, se otorga a: entes operadores y centros de salud. La bandera verde se concede a: hoteles, restaurantes, centros de recreación y otros establecimientos.

El Laboratorio Nacional de Aguas, establece parámetros complementarios de evaluación para la calidad de la gestión hídrica, van desde una estrella, que solicita adicional a la calificación de 90 a 100% en los parámetros obligatorios, trabajos en pintura y rotulación de las estructuras del acueducto, hasta las cuatro estrellas, la cual abarca la obtención de las tres estrellas primeramente, con labores como realización de campañas ambientales (recolección de basura, separación de

desechos),en conjunto con algún comité Bandera Azul Ecológica (playas, comunidades, centros educativos, entre otros).

Para evaluar la calidad del servicio, el AyA permite la obtención de las estrellas doradas. En esta categoría se puede obtener una o dos estrellas doradas. Para la obtención de una estrella dorada, por ejemplo, se debe cumplir con lo indicado para las cuatro estrellas blancas y obtener una calificación de “Buena Calidad en el Sistema de Evaluación de la Calidad de los Servicios de Agua Potable” (SECSAP), además de cumplir con la colocación de hidrantes en los centros de población y dar mantenimiento a los existentes (AyA, 2015).

1.6 Plan de Seguridad del Agua

Los Planes de Seguridad del Agua se desarrollan para organizar y sistematizar una larga historia de prácticas de gerenciamiento aplicadas a la producción y distribución de agua potable y asegurar la aplicabilidad de estas prácticas a la calidad de la prestación del servicio. Se basa en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) mediante un sistema que identifica, evalúa y controla riesgos significativos para la seguridad del agua de consumo humano.

El PSA es una herramienta para el prestador del servicio de agua potable en la gestión de riesgos sanitarios, ambientales, tecnológicos y para la sostenibilidad de su sistema de agua, pues ayuda a identificar aspectos administrativos que inciden en la adecuada operación y mantenimiento del sistema; identificar las amenazas naturales en todo el sistema; identificar los componentes del sistema que necesitan inversión para mejorarlos y presupuestar o gestionar recursos para hacer reparaciones y actividades específicas que mejoren la infraestructura del sistema de agua. (Argueta, 2012).

Dentro de los objetivos de un Plan de Seguridad del Agua se encuentran (Argueta, 2012):

- Minimizar la vulnerabilidad y la contaminación del agua en las fuentes de abastecimiento, al promover la adquisición de áreas de la microcuenca, enfatizando en el uso de buenas prácticas en las actividades agrícolas y ganaderas y la realización de obras de protección en la captación.
- Eliminar la contaminación del agua durante el proceso de tratamiento promoviendo la aplicación de buenas prácticas en la operación y mantenimiento de los sistemas de desinfección y en las plantas potabilizadoras.

- Prevenir la contaminación del agua durante el almacenamiento en los tanques, en la red de distribución del agua potable y el manejo en cada casa de habitación.
- Gestionar adecuadamente los riesgos en cada componente, en la operación y administración del sistema de agua.

Entre otros, la aplicación de los PSA trae los siguientes beneficios a los prestadores en particular y a las comunidades en general (Argueta, 2012):

- Estarán preparadas para responder ante un evento o amenaza que pueda incrementar la vulnerabilidad del sistema tanto en aspectos estructurales como operacionales y, por consiguiente, podrán manejar adecuadamente los riesgos del sistema de agua potable.
- Obtendrán mejoría de la calidad de agua en la fuente de abastecimiento debido a actividades de prevención en la microcuenca.
- Tendrán información disponible en casos de emergencia, sobre los peligros y riesgos a que está expuesto su sistema, con la simple consulta del PSA.
- Simplifican la toma de decisiones al estar definidas en consenso las medidas que se deben implementar para corregir los peligros y disminuir los riesgos.
- Ayudan al prestador a cumplir las disposiciones de la legislación vigente en lo referente a la calidad del agua para consumo humano y a promover la participación de la comunidad en mejorar su sistema de agua.
- Priorizan las necesidades de inversión para realizar mejoras sostenibles en la infraestructura de los sistemas.
- Identifican la necesidad de incorporación de nuevos componentes para mejorar la calidad del agua en la época de lluvia cuando se les incrementa la turbiedad, como colocar pre sedimentadores, pre filtros, entre otros.
- Contribuye a la sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento. pues en la medida que se reduce la contaminación en la fuente, habrá reducción de costos en la potabilización del agua.

1.6.1 Componentes de un Plan de Seguridad del Agua

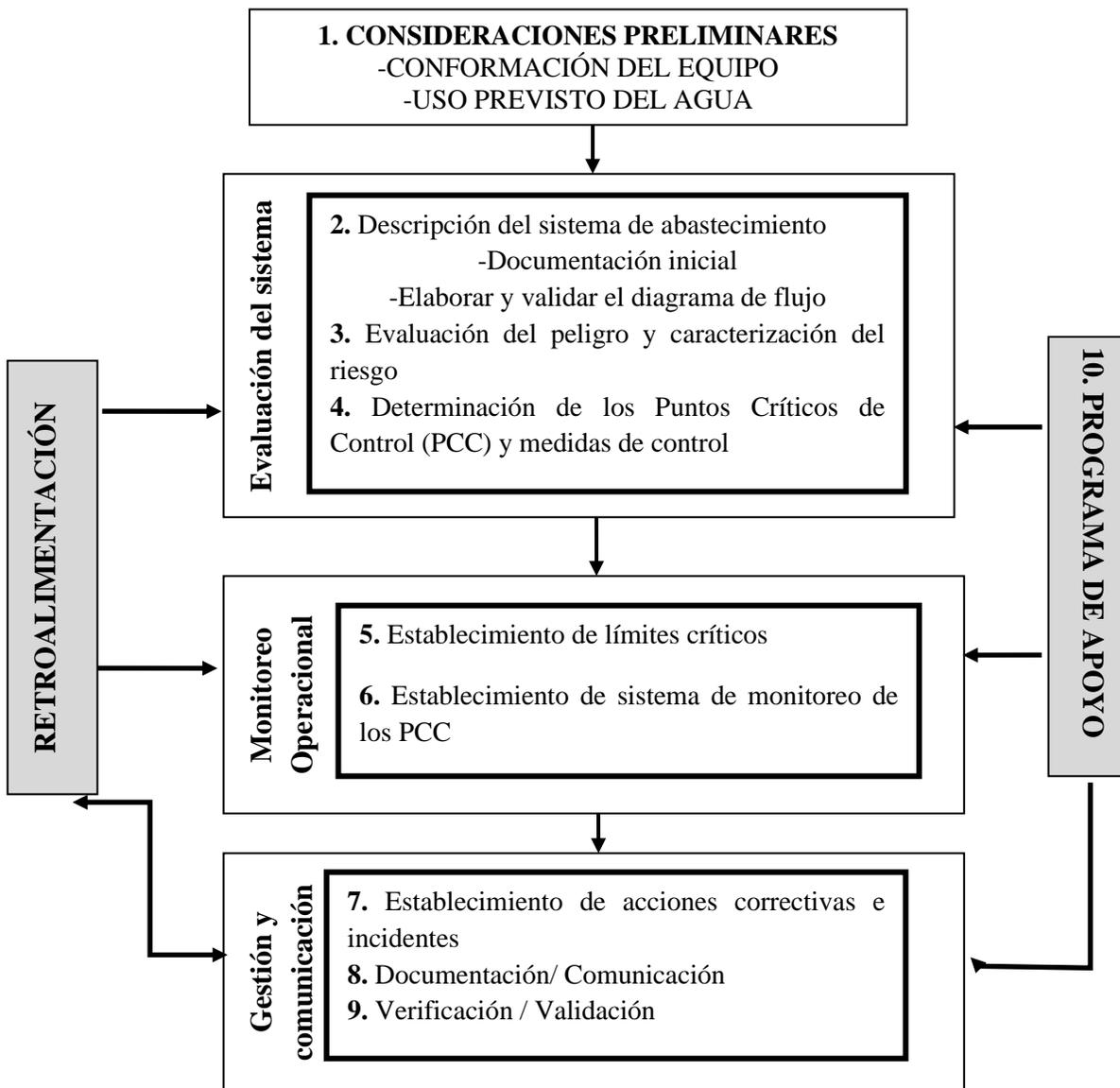


Figura 1. Fases para la elaboración de un Plan de Seguridad del Agua

Fuente: OMS, 2009

Seguidamente se explica de forma detallada las fases de elaboración del PSA (OMS, 2009):

- Evaluación del sistema: determina si la cadena de abastecimiento de agua desde la fuente hasta el punto de consumo, puede suministrar la calidad requerida por ley y estar compuesta por la descripción del abastecimiento de agua, evaluación del peligro y determinación de medidas de control, aplicable a los sistemas de distribución existentes.

- Monitoreo operacional: ante cada medida de control identificada, se define un proceso de monitoreo para prevenir, reducir o controlar de manera oportuna los riesgos que se identifique previamente. Además, se requiere la verificación de aspectos físico-químicos y microbiológicos del agua para abastecimiento, y de tal modo se asegure la calidad requerida y la evaluación del grado de satisfacción del consumidor. Finalmente, resulta indispensable validar los procesos a través de investigación y pruebas, para identificar la eficiencia de las medidas de control establecidas.
- Planes de Gestión: describen las acciones por tomar bajo condiciones normales o eventuales de operación y documenta la evaluación del sistema de abastecimiento de agua (incluye mejoras), planes de supervisión, comunicación y programas de apoyo. Los documentos se realizan sobre todos los aspectos vinculados con la gestión de la calidad del agua y abarcan:
 - a. Evaluación del sistema de abastecimiento de agua (diagrama de flujo, peligros, riesgos potenciales y resultados de validación).
 - b. Medidas de control de monitoreo operacional y plan de verificación.
 - c. Procedimientos del funcionamiento en general y de la gestión.
 - d. Procedimientos de respuesta a situaciones incidentales y de emergencia.
 - e. Medidas de apoyo: seguridad, vigilancia, buenas prácticas, programas educativos, entre otros.

En este proceso, resulta indispensable mantener una comunicación clara y fluida con el consumidor y el proveedor del servicio, para despejar inquietudes y recibir sugerencias, lo cual hace participativa a la comunidad (Chacón, 2018).

1.6.2 Aplicación de los Planes de Seguridad del Agua

Los PSA son el medio más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad del abastecimiento de agua potable a través de un enfoque exhaustivo de la gestión y evaluación de riesgos, abarca todos los pasos en el suministro del agua, desde la captación hasta el consumidor (ONU, 2015).

Dichos planes se consideran un instrumento esencial para contribuir al control de la calidad del agua en las comunidades. A nivel internacional, estos se desarrollan en el marco del Programa Conjunto Gobernabilidad en Agua y Saneamiento. Los PSA buscan asegurar que el agua consumida por una

población o comunidad sea segura para la salud. Por lo que siempre es fundamental la participación comunitaria en su elaboración y seguimiento (Gobierno de Paraguay, 2015).

De acuerdo con la International Water Association (IWA) el 72% de los países a nivel mundial que implementan un PSA lo hacen en entornos rurales (10% solo en entornos rurales y el 62% en entornos urbanos y rurales), se demuestra así, que el enfoque de los planes se puede simplificar para satisfacer las necesidades y limitaciones de los sistemas de abastecimiento de agua pequeños. En América Latina, por ejemplo, en Perú, la Oficina del Director General de Salud Ambiental promueve los PSA dentro de la regulación nacional de agua potable, entra en vigencia en 2014. Dentro del reglamento, los PSA se identifica como componentes esenciales de los "planes de control de calidad" y "programas de adecuación de la salud", los cuales son obligatorias para todos los servicios de agua. Hasta la fecha, se aprueban ocho PSA y 39 están bajo revisión (de un total de 50 utilidades). En Brasil, el Ministro de Salud recomienda la implementación del PSA a través de la Ordenanza de Salud No. 2.914 / 2011 (IWA, 2017). Se desarrollan más de 10 PSA en empresas de agua y, como un paso hacia la ampliación, Brasil planea crear cuencas hidrográficas. Las regulaciones actuales de agua potable de Colombia requieren que todos los servicios de agua implementen "Mapeo de riesgos" (equivalente a la planificación de la seguridad del agua) a través de la Resolución de Salud 4716-2010. Jamaica trabaja para introducir PSA en los reglamentos a través del marco del Plan Nacional de Calidad y Vigilancia del Agua. Estas iniciativas reguladoras nacionales de PSA se complementan con la promoción y el apoyo a nivel regional (IWA, 2017).

1.7 MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se presenta la metodología por seguir, con el fin de facilitar el cumplimiento de los objetivos establecidos en este trabajo. Se dividió en tipo de investigación y enfoque, criterio de selección del objeto de estudio y proceso metodológico.

1.7.1 Descripción del sitio de estudio

Barva, es el cantón número dos de la provincia de Heredia, se forma por seis distritos administrativos: Barva, San Pablo, San Roque, Santa Lucía, San Pedro y San José de la Montaña, los cuales tienen una topografía irregular y poseen una cuenca hidrográfica principal (Río Segundo), varias micro cuencas y la mayor parte de su territorio está dedicado a actividades comerciales,

agrícolas y de prestación de servicios, dentro de las que sobresalen el cultivo de café, flores, helechos y el turismo (ver figura 2).

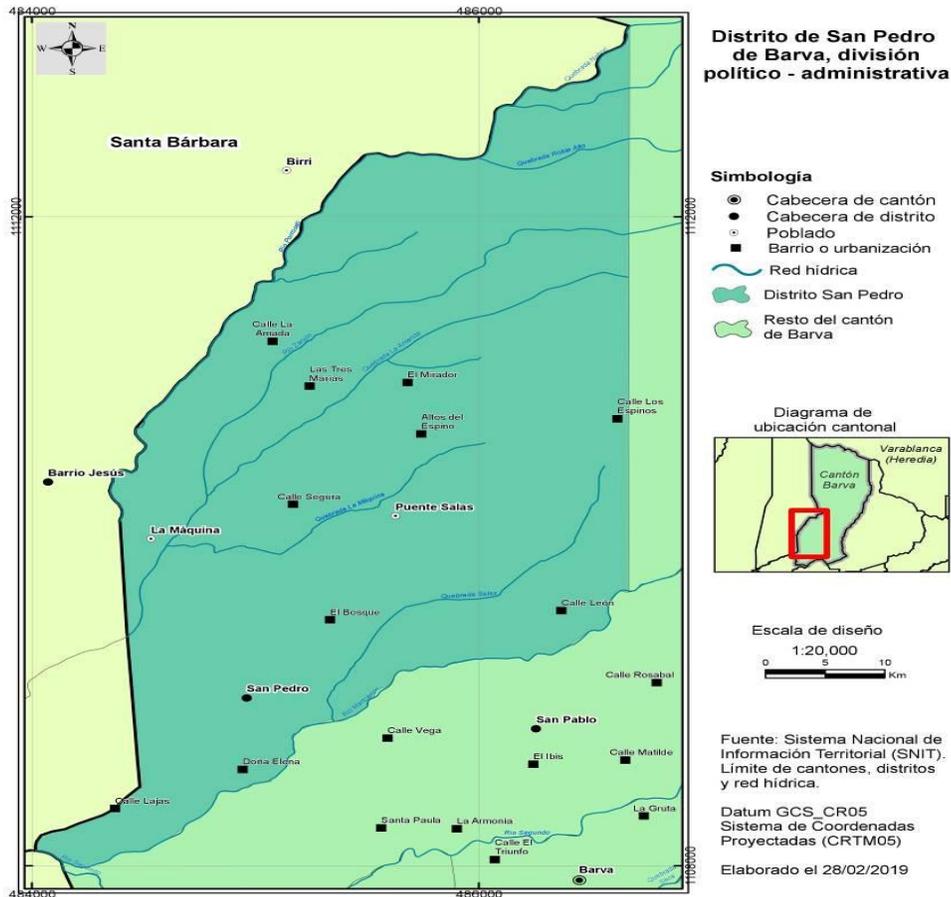


Figura 2. Mapa del Distrito San Pedro de Barva

Fuente: Municipalidad de Barva, 2019.

Según el último censo oficial realizado por el INEC 2011, el cantón de Barva tiene una densidad de población de 755.76 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo el distrito central, Barva, el más densamente poblado y San José de la Montaña el menos denso (Municipalidad de Barva, 2014).

1.7.2 Distrito de San Pedro de Barva

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Humano local de Barva 2015-2020; en este distrito se registra una relativa diversidad de fuentes de trabajo locales, la agricultura y el comercio son las que presentan un mayor peso. Destaca también la importancia atribuida a la industria.

Las actividades agrícolas dominantes son el cultivo del café y algunos viveros, por su parte se encuentran algunas industrias de dimensiones pequeñas, talleres, otros. Dada la vocación cafetalera del sector, principalmente en el área limítrofe con Santa Bárbara, se cuenta con sitios de gran valor histórico, entre ellos destaca el Museo del Café del Centro de Investigaciones del Café (CICAFE), podrían ser potencialmente aprovechados en actividades turísticas. Las actividades comerciales tienden, naturalmente, a concentrarse en los sectores con más densidad de población, mientras en las áreas periféricas dicha dotación es menos (Municipalidad de Barva, 2014).

1.7.3 ASADA de San Pedro de Barva

En el año 1997 nace la Asociación del Acueducto de San Pedro con 190 asociados, todos mayores, costarricenses y vecinos de San Pedro de Barva, Heredia. Actualmente cuenta con 2342 abonados.

El líquido preciado proviene de la zona del volcán de Barva, uno de los cantones con mayor riqueza natural, bellas montañas y un manto acuífero importantísimo (ASADA San Pedro de Barva, 2017).

La asociación nace con el fin de brindar un recurso hídrico de calidad a los vecinos del distrito. Si bien el área administrativa trata de mantener el orden de sus finanzas y la calidad del servicio, la ASADA (al igual que otras instituciones) han debido hacerles frente a muchos obstáculos. De acuerdo con el administrador Luis Fabián Córdoba, pese a estos inconvenientes, se han construido instalaciones como captaciones para mejorar la infraestructura de tanques de almacenamiento. Unido a esto, la asociación cuenta con asesoría técnica en todo el acueducto, lo cual facilita conocer el estado real del acueducto y así proceder con todas las mejoras en la distribución conducción y almacenamiento (ASADA San Pedro de Barva, 2017).

Para el año 2019, se renueva la junta directiva, la cual se encarga de tomar las decisiones en cuanto a la administración de la gestión del recurso hídrico, cumple un papel de supervisión y apoyo en la aplicación del Plan de Seguridad del Agua. En el cuadro 3, se muestra su conformación:

Cuadro 3. Conformación de la junta directiva de la ASADA de San Pedro de Barva

Cargo	Nombre
Presidente	Marvin Mora Ríos
Vicepresidente	Felipe Ulate Ulate
Secretaria	Elieth Fonseca Ulate

Tesorero	Álvaro Carballo Sancho
Vocal 1	Eney Prendas Montero
Vocal 2	Carlos Enrique Prendas Segura
Fiscal	Arnoldo Carballo Alfaro

Fuente: ASADA de San Pedro de Barva, 2019

1.7.4 Enfoque de la investigación

La investigación es tipo descriptivo, pues no hay manipulación de variables, estas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural. Su metodología es fundamentalmente descriptiva, aunque puede valerse de algunos elementos cuantitativos y cualitativos

El enfoque de este proyecto es mixto: recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un estudio, o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema. Así, el enfoque mixto puede utilizar los dos enfoques para responder distintas preguntas de investigación ante planteamiento de un problema (Rivas, 2010). Tiene aspectos del enfoque cualitativo al brindar descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones (Hernández, 2014). Con respecto de este proyecto dicho enfoque se manifiesta con el diagnóstico del sistema.

El enfoque cuantitativo se denota con la búsqueda de información. Se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica, en este caso, el manual de Plan de Seguridad del Agua establecido por la OMS, así también la tabulación de las encuestas aplicadas a una muestra de la población abastecida por la ASADA de San Pedro de Barva.

1.7.5 Criterio de selección del objeto de estudio

Para elegir esta ASADA se solicitó la recomendación del Laboratorio Nacional de Aguas, Dicho laboratorio, recomienda tres asadas en la provincia de Heredia, las cuales requieren del Plan de Seguridad del Agua.

Luego de una reunión preliminar para conocer la necesidad de la elaboración del plan, se escogió la ASADA de San Pedro de Barva porque requiere un PSA para optar por la estrella Azul Marino dentro del Programa Sello de Calidad Sanitaria, el cual mide el desempeño ambiental y contribuye con la gestión del recurso hídrico.

1.7.8 Alcance

El alcance de este proyecto de graduación, abarca todo el sistema de la ASADA de San Pedro de Barva, desde los sitios de recarga de aguas, nacientes, tanques de almacenamiento, redes de conducción y distribución del agua.

1.8 Proceso metodológico

La metodología seguida para realizar este trabajo se basó en las Guías de Calidad para el Agua Potable de la OMS, las cuales plantean ciertas etapas por seguir, se explican en las fases por desarrollar dentro del proyecto.

Seguidamente se muestra las fases en las cuales se desarrolla el proyecto.

1.8.1 Fase 1: Búsqueda de información

Objetivo asociado:

Realizar un diagnóstico socio ambiental de la ASADA San Pedro de Barva para determinar la situación actual del acueducto, mediante inspecciones de campo de las diversas instalaciones.

Recursos: libreta de apuntes, lapiceros, marcadores, computadora, cámara fotográfica, encuestas, transporte.

Actividades

Recolección de información primaria:

I.Reunión con administración de la ASADA

Se realizó una visita a las oficinas de la ASADA para conversar con el administrador Lic. Luis Fabián Córdoba Rojas, cuyo propósito es conocer sobre aspectos administrativos de la ASADA, funcionamiento, aspectos técnicos, descripción de los procesos de mantenimiento de instalaciones, reporte y arreglo de las fugas, descripción de los procesos de la ASADA, así como conocer su interés en contar con un Plan de Seguridad del Agua.

Se coordinó la vista a las diferentes unidades las cuales conforman el sistema, con el fin de obtener la información para realizar el diagnóstico:

▪**Condición de la infraestructura:** revisión de aspectos tales como rotulación de válvulas, estado de la pintura, estado de la rotulación, ver si cuentan con cercado o tapia perimetral, mantenimiento estructural, programación de lavados internos, estado de las tapas, entre otros.

▪**Capacidad física:** solicitar información detallada de la cantidad de nacientes con las que cuenta el sistema, estado de las líneas de conducción y cuanta distancia en km abarca, estado de los tanques de almacenamiento, estructuras de captación de pozos profundos.

▪**Toma de los aforos:** observar cómo realizan este procedimiento, cuál equipo utilizan, pues el objetivo de este proceso es detectar faltantes de agua y cuánta es la capacidad de agua que pasa por ella.

▪**Descripción del proceso de cloración:** solicitar descripción del procedimiento, periodicidad, cuál producto utilizan (si es certificado o no).

II. Aplicación de la encuesta de percepción.

Para esta etapa se realizó una encuesta de percepción del recurso hídrico, y se utilizó la siguiente fórmula estadística (Tamaño de la muestra, 2018) para determinar la cantidad de población:

En donde: **Tamaño de la muestra=**
$$\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}$$

N = tamaño de la población (2342 usuarios)
$$1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)$$

e = margen de error (10%)

z = puntuación z (1,96% para un nivel de confianza de 95%)

p= una estimación de la proporción que se quiere medir.

Al realizar el cálculo de la muestra da un total de **93 abonados**. Esta es la cantidad de población muestra para la aplicación de la encuesta de percepción del recurso hídrico.

Recolección de información Secundaria:

Se consultó información bibliográfica al Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Universidad Nacional (UNA). La Municipalidad de Barva brinda el Plan de Desarrollo Humano Local 2015-2020 y se buscaron otras fuentes como tesis, artículos científicos, revistas, libros, entre otros. Se investigó información general del área de estudio: clima, uso del suelo, actividades socioeconómicas, entre otros.

Producto esperado: insumos para la elaboración del diagnóstico.

1.8.2 Fase 2: Evaluación de riesgos y peligros del sistema

Objetivo:

Evaluar los Puntos Críticos de Control de la ASADA para la identificación de los peligros que tiene el sistema, por medio de la aplicación de una matriz de riesgos (Ver anexo 2).

Recursos: bitácora, lapicero, cámara fotográfica, teléfono celular, transporte público, encuestas.

Fuentes primarias: información obtenida en el diagnóstico socio ambiental del acueducto.

Fuentes secundarias: análisis de los estudios físico-químicos y microbiológicos de la ASADA, estudio de las Guías para la Calidad del Agua Potable de la OMS. Se buscó información con el fin de proponer medidas de control aplicadas en otros sistemas de abastecimiento para el agua de consumo humano, las cuales puedan ser un insumo en la propuesta de mejoras.

Actividades:

Las actividades para el desarrollo de esta fase son:

- **Determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC) y sus medidas de control:** la matriz de riesgos por aplicar es una adaptación de la herramienta del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA), empleada por el Ministerio de Salud, la cual consiste en la identificación de factores de riesgo y la determinación de un nivel de riesgo (muy alto, alto, intermedio, bajo y nulo).
- Aplicación de formularios de inspección del Programa Sello de Calidad Sanitaria.

Producto Esperado: Mejora y control de los Puntos Críticos de Control identificados.

1.8.3 Fase 3: Elaboración del Plan de Seguridad del Agua

Objetivo:

Desarrollar un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA con el fin de mejorar la gestión del recurso hídrico y de esta forma obtener el galardón Estrella Azul Marino del Programa sello de Calidad Sanitaria.

Recursos: documento generado del diagnóstico, hojas, lapicero, computadora.

Fuentes Primarias: identificación de los riesgos que vuelven deficiente e insalubre el sistema

Fuentes Secundarias: estudio de la metodología de Planes de Seguridad del Agua de la Organización Mundial de la Salud.

Revisión de casos exitosos de experiencias referentes a la aplicación de Planes de Seguridad del Agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en Costa Rica.

Actividades:

Elaboración del Plan de Seguridad del Agua conforme con las Guías de Calidad para el Agua Potable de la OMS:

a) Conformación del equipo de trabajo: Se coordinó con el administrador una reunión para conformar el equipo de trabajo. Esta reunión es con la junta directiva y representantes de la comunidad. Por ejemplo, algún representante de la Junta de Educación de la escuela, representante de la iglesia, entre otros, quienes participen de forma eficaz para integrar un equipo incluyente, el cual colabore con todos los involucrados del servicio de abastecimiento de agua e involucre a cuantos sean abonados y miembros de la ASADA.

b) Documentación del sistema: actualmente la ASADA de San Pedro de Barva cuenta con dos tipos de sistemas, uno por gravedad y el otro por bombeo. Cuenta con cuatro tanques de almacenamiento (Amada, Vega, Bosque y el Tanque Quebra), debidamente rotulados, con enchape interno en cerámica o bien están impermeabilizados con Poliurea, el estado de la pintura es óptimo, el lavado

interno y externo se realiza mensualmente. En total cuenta con siete captaciones: Calle Segura, Bosque, Centro, Naranjo, Steinvorth, Piedra, y los Geovany's. Se encuentran enchapadas con piedra laja, rotuladas y cuentan con un plan de mantenimiento estructural.

El sistema de gravedad abastece gran parte de los abonados, las nacientes se ubican en la Finca la Marta propiedad de la Familia Steinvorth, ubicada en San José de la Montaña. La cantidad de usuarios abastecidos por este sistema son en total 1800, distribuidos en ocho Sectores (Centro, Naranjo, Calle Segura, El Bosque, La Máquina, El Higuero, Las Castañas y Familia Carvajal Jiménez). El resto de los abonados se abastece por los diferentes sistemas de la ASADA.

c)Evaluación de peligros y caracterización detallada de los riesgos: este apartado busca identificar y comprender cómo pueden presentarse los peligros en el sistema de agua. Para el desarrollo de este PSA, se utiliza como base la matriz SERSA para la identificación de factores de riesgo, y de esa forma determinar su nivel de riesgo como alto, intermedio, bajo y nulo.

Se realiza la evaluación de los peligros, con el fin de clasificarlos según su probabilidad de ocurrencia y gravedad para determinar el grado de riesgo.

Criterio para clasificar los peligros y los riesgos:

Peligro: agentes físicos, biológicos, químicos o radiológicos los cuales puedan dañar la salud pública (OMS, 2009).

Riesgo: para efectos de este proyecto, se define como la posibilidad de que ocurra un evento o peligro, el cual dificulte el normal desarrollo de las funciones del sistema e impida el logro de sus objetivos.

Riesgo bajo: si todos los factores asociados con el proceso están controlados o bien, si la frecuencia del evento es poca o nula y en caso de ocurrir, la afectación es mínima o insignificante.

Riesgo medio: si los factores asociados con el proceso no se pueden controlar por completo, pero la frecuencia del evento no es constante y en caso de ocurrir, la afectación resulta algo significativa y requiere medidas de atención.

Riesgo alto: a pesar de todas las condiciones preventivas que se pueda tomar para controlar el riesgo, su naturaleza y condiciones hacen se presente con una mayor frecuencia y en caso de no ser frecuente, si sucediera provocaría afectación a la integridad del sistema y de las personas.

Valoración cuantitativa del riesgo

Seguidamente se muestra los factores definidos con el propósito de determinar los riesgos, para lo cual, se limita al criterio de experto en la visita de campo. Con base en consultas y conversaciones con personas, usuarios del acueducto y otros actores sociales, se determina la puntuación conforme la definición de los factores y puntuaciones establecidas en este apartado.

Variables:

Probabilidad: para efectos de este proyecto, se refiere a la mayor o menor posibilidad de que ocurra un evento específico o suceso en un lugar determinado y bajo condiciones ambientales particulares.

Puntaje:

- 1 punto: Poca o ninguna probabilidad
- 2 puntos: Condición de mediana probabilidad de que ocurra el hecho
- 3 puntos: Alta probabilidad de presentarse los peligros identificados

Gravedad: Nivel de afectación, puede generarse derivado de factores y condiciones socio ambientales determinadas.

Puntaje:

- 1 punto: Poca o ninguna condición de gravedad
- 2 puntos: Mediana gravedad
- 3 puntos: Alta gravedad

Valoración final del riesgo (cualitativa y cuantitativa)

Una vez realizada la valoración cualitativa y la cuantitativa, se procede a determinar el puntaje y prioridad de cada peligro por atender, consiste en la multiplicación de la probabilidad por la gravedad y se suma el criterio cualitativo.

Puntaje:

- 1-2 puntos: Baja prioridad
- 3-5 puntos: Mediana prioridad
- 6-9 puntos: Alta prioridad

Por lo tanto, la evaluación cualitativa permite ver el nivel de riesgo al cual se enfrenta la ASADA en cada componente de su sistema y la cuantitativa, permite determinar la prioridad de atención requerida por cada riesgo (Chacón, 2018).

c) Definición de los límites operacionales para que las medidas de control sean monitoreadas:

en este apartado se define los límites que precisan el funcionamiento aceptable y cómo se monitorean. **d) Determinación de los PCC y sus medidas de control:** se determina las posibles fuentes de contaminación, y una vez identificadas, se busca las medidas para su control.

e) Definición de los límites operacionales para que las medidas de control sean monitoreadas:

El monitoreo operativo evalúa con una periodicidad adecuada la eficacia de las medidas de control. El objetivo principal es la vigilancia en tiempo oportuno de la ASADA a cada medida de control, para permitir una eficaz gestión del sistema y garantizar se alcancen las metas de protección de la salud.

f) Identificación de las acciones correctivas: se propone medidas correctoras para garantizar el suministro continuo de agua inocua.

g) Establecimiento de los procedimientos para verificar el eficiente funcionamiento del PSA y cumplimiento de los objetivos en salud establecidos en las normas:

según la OMS, la verificación debe demostrar que el diseño y la operación del sistema son tales, y es capaz de suministrar sistemáticamente agua de la calidad especificada para alcanzar las metas de protección de la salud. En caso contrario, debe revisarse y aplicarse el plan de mejora o modernización.

h) Establecimiento de procedimientos de documentación y comunicación :

la documentación de un PSA debe incluir una descripción y evaluación del sistema de abastecimiento de agua de

consumo, incluye los programas de ampliación y mejora del sistema de suministro existente, el plan de monitoreo operativo y verificación del sistema de abastecimiento de agua de consumo, así como los procedimientos de gestión de la seguridad del agua para el funcionamiento normal, los incidentes (específicos e imprevistos) y las situaciones de emergencia, comprende los correspondientes planes de comunicación.

Producto esperado: propuesta de PSA para la ASADA de San Pedro de Barva.

II. Capítulo de Resultados

El capítulo II trata aspectos como la búsqueda de insumos para la elaboración del diagnóstico socio ambiental, el control de los PCC identificados y su propuesta de mejora, y finalmente la propuesta del PSA para la ASADA de San Pedro de Barva.

2.1 Diagnóstico socio ambiental.

Este diagnóstico se divide en dos partes: la caracterización biofísica del cantón de Barva y el distrito de San Pedro de Barva. En la caracterización biofísica se identifica las características geológicas, geomorfológicas, el sistema fluvial y las actividades económicas desarrolladas en el cantón.

En el apartado administrativo, se muestra la información complementaria sobre la ASADA. Se aplica una entrevista a las oficinas con el administrador, Lic. Luis Fabián Córdoba Rojas. El propósito de conocer sobre aspectos administrativos de la ASADA, funcionamiento, aspectos técnicos, descripción de los procesos de mantenimiento de instalaciones, reporte y arreglo de las fugas, descripción de los procesos de la ASADA, así como conocer su interés en contar con un Plan de Seguridad del Agua. Dicha información se corrobora con visitas de campo.

Se obtuvo la siguiente información para realizar el diagnóstico:

2.1.1. Ubicación geográfica

Se ubica en coordenadas geográficas medias dadas por 10°04'27" latitud norte y 84°07'05" longitud oeste. Limita al este con el cantón de San Rafael, al oeste con el cantón de Santa Bárbara, al sur con el cantón central de Heredia, al norte con el cantón de Heredia (Varablanca), al sudeste nuevamente con San Rafael, y al suroeste con el cantón de Flores. Su anchura máxima es de catorce kilómetros, en dirección norte a sur desde unos 700 metros al noroeste del cráter del volcán Barva, hasta unos

700 metros al suroeste de Villa San Roque, camino a la ciudad de San Joaquín (Municipalidad de Barva, 2014).

2.1.2 Aspectos climáticos

Entre las características climatológicas del cantón de Barva, se caracteriza por contar con precipitaciones abundantes en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Las lluvias ocurren en el período vespertino y primeras horas de la noche principalmente. La precipitación promedio anual varía entre 200 a 2500 milímetros en las partes bajas del cantón y entre 2500 a 3000 milímetros en las partes más altas (Municipalidad de Barva, 2014). Según la descripción climática del Plan de Desarrollo Humano local de Barva 2015-2020, tiene un período seco el cual va desde diciembre hasta abril y un período lluvioso que se extiende de mayo a noviembre. La temperatura media anual en el cantón oscila entre los 19 y 20 grados centígrados en las partes bajas, y entre 15 y 18 grados centígrados en las partes más altas y montañosas. La humedad relativa varía muy poco durante el año y oscila entre 72 y 80 % en las partes bajas y 80 a 90 % en las partes más altas y montañosas. Durante el período seco el viento dominante es el alisio, con dirección noreste-suroeste, en el período lluvioso el alisio predomina en las mañanas y en la tarde se presentan vientos del oeste y del suroeste provenientes del Pacífico (Municipalidad de Barva, 2014).

2.1.3 Geología

El cantón Barva forma parte de la unidad geomórfica de origen volcánico, la cual se divide en dos subunidades, denominadas Volcán Barva y Relleno Volcánico del Valle Central.

La sub-unidad Volcán Barva, se localiza al norte del cantón a partir de Villa San Pablo. Esta subunidad corresponde al macizo del volcán Barva, la parte más alta pertenece al citado volcán, tiene 2906 msnm. Presenta laderas con pendientes muy variadas. Está compuesto por lava vieja con tendencia a ser basálticas y las más recientes se presentan más andesíticas. Así, hay todo tipo de roca volcánica como lava, aglomerados y piroclásticos. Su origen se debe en su mayoría a la actividad volcánica (Hernández, 2016).

El resto de la superficie cantonal, corresponde a la subunidad Relleno Volcánico del Valle central, se caracteriza por un relieve plano ondulado, se forma en una superficie de rocas volcánicas,

principalmente lava, tobas e ignimbritas, cubierta por ceniza en su espesor variable. La secuencia de lava descansa sobre roca sedimentaria. La lava es del tipo andesítico. Geomorfológicamente, esta subunidad no es un valle, sin embargo, para efectos políticos, socio-económicos y todo tipo de referencia, se considera continuar denominándolo Valle Central. El nombre técnico correcto es fosa tectónica, debido a la presencia de una falla a todo lo largo del pie de la Sierra Volcánica Central, la cual está evidenciada por la supuesta falla de las estribaciones que bajan de la mencionada sierra hacia el valle, igual que por la presencia de un vulcanismo sin explicación aparente (Formación Pacacua), en correspondencia con la posición de la falla o cerca de ella (Hernández, 2016).

2.1.4 Hidrografía

El sistema fluvial del cantón Barva corresponde a la vertiente del Pacífico, pertenece a la cuenca del río Grande de Tárcoles.

El cantón se drena por los ríos Segundo, Mancarrón, Zanjón, Porrosatí, Ciruelas, Pacayas, Guararí, Yurro Seco, Burío, Quebrada Seca, y sus respectivos afluentes. Estos ríos, excepto el último y la quebrada, nacen en la región, en la ladera del volcán Barva, presentan una dirección de norte a sur y noreste a suroeste (Hernández, 2016).

2.1.5 Distrito San Pedro de Barva

Según el Informe de Caracterización Básica Territorio Barva-Santa Bárbara-San Isidro-San Rafael-Santo Domingo-Vara Blanca del INDER (Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica), las principales actividades productivas y comerciales del distrito son la agricultura, el comercio, la industria y las ventas informales.

De acuerdo con lo establecido en el Plan de Desarrollo Humano Cantonal 2015-2020 del cantón de Barva, en el distrito las actividades agrícolas dominantes son el cultivo del café y algunos viveros. Por su parte se encuentra algunas industrias de dimensiones pequeñas, talleres y otros. Dada la vocación cafetalera del sector, principalmente en el área limítrofe con Santa Bárbara, se cuenta con sitios de gran valor histórico, entre ellos destaca el Museo del Café del Centro de Investigaciones del Café (CICAFE), los cuales podrían ser potencialmente aprovechados en actividades turísticas.

2.2 Aspectos administrativos de la ASADA de San Pedro de Barva

Según se menciona en la descripción del sitio en estudio, la Asociación del Acueducto de San Pedro se funda en 1997. Cuenta con 2342 abonados, el agua viene de la zona del volcán Barva.

La oficina se ubica al costado norte del parque central de San Pedro de Barva. Se conforma en la parte administrativa por el administrador, una asistente administrativa, una cajera, un jefe de campo y tres fontaneros para atender fugas, arreglos, mantenimiento y otras labores.

Se realizaron visitas de campo a todas las estructuras parte del sistema, con lo cual se pudo comprobar el estado de la infraestructura, y los procedimientos de mantenimiento.

El distrito de San Pedro de Barva se conforma por los siguientes sectores: El Bosque, Calle Amada, Espinos, La Máquina, Morazán, Puente Salas, El Naranjo, Calle Segura, Cinco Esquinas. La gestión y abastecimiento del recurso hídrico en este distrito lo brindan la ASADA de San Pedro de Barva y la ASADA Puente Salas.

La ASADA de San Pedro de Barva abarca los siguientes sectores: Centro, Naranjo, Calle Segura, Bosque, La Máquina, Doña Elena, El Higuerón, Las Castañas, y uno de la Familia Jiménez (entre el Naranjo y Cinco Esquinas). A continuación, se presenta el mapa donde se muestra la cobertura de la ASADA.

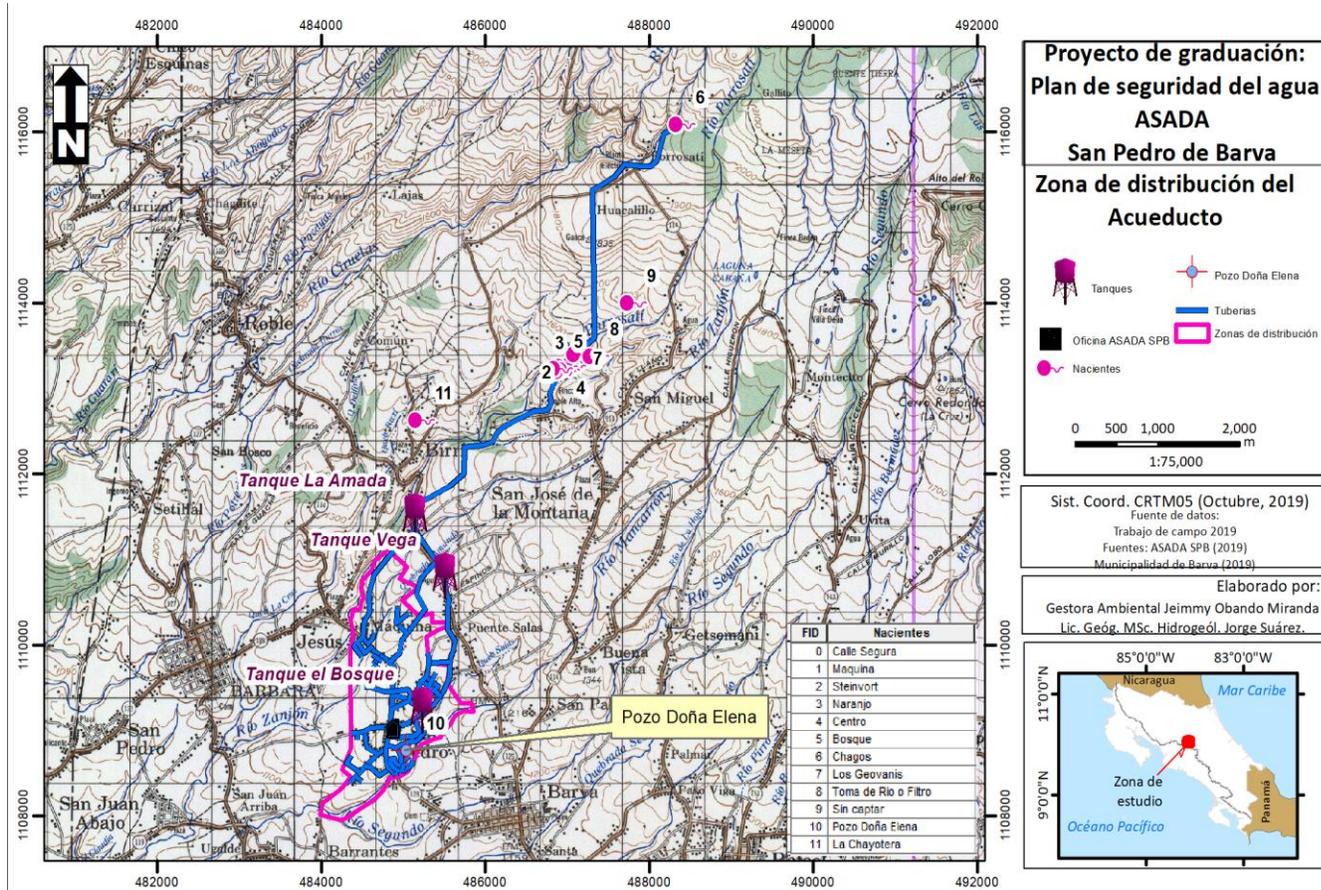


Figura 3. Ubicación ASADA de San Pedro de Barva. (Elaboración propia, 2019).

2.2.1 Condición de la infraestructura

La parte estructural se compone por captaciones de nacientes, líneas de conducción, pasos elevados, tanques de almacenamiento, redes de distribución y acometidas de agua.

Actualmente la ASADA cuenta con un programa de mantenimiento el cual incluye:

- Válvulas líneas de conducción.
- Válvulas líneas de distribución.
- Mantenimiento Tanque Quebra.
- Mantenimiento y colocación de válvulas de aire.
- Reparaciones de líneas de conducción.
- Limpieza de líneas de conducción.
- Aforos en las captaciones.
- Reconstrucción de estructuras.

- Mantenimiento en pintura de todas las estructuras.
- Mantenimiento de rótulos.

En el siguiente cuadro se observa el tipo de actividades de mantenimiento y la frecuencia con que se realizan al año:

Cuadro 4.Mantenimiento preventivo de los sistemas de abastecimiento de agua.

Mantenimiento	Actividades	Duración (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Tomas	1.1 Limpieza del sistema (captaciones)												
	1.2 Limpieza de instalaciones (zonas verdes)		■		■		■		■		■		■
	1.3 Inspección general de zonas de influencia				■					■			■
	1.4 Estructura y obras complementarias (camino, cercas, pintura, etc.).			■			■			■			■
	1.5 Aforo de captaciones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	1.6 Desinfección de estructuras		■		■		■		■		■		■
	1.7 Revisión de válvulas y obras complementarias				■					■			■
	1.8 Reacondicionamiento general de la obra												■
	1.9 Reconstrucción de la infraestructura	<i>De acuerdo con el estado y circunstancias de cada obra</i>											
2.Líneas de conducción	2.1 Sector 1 (de las nacientes hasta el tajo): limpieza de servidumbre de paso			■			■			■			■
	2.2 Sector 2 (Roblealto) : limpieza de servidumbre de paso			■			■			■			■
	2.3 Sector 3 (finca antiguo Roblealto): limpieza de servidumbre de paso			■			■			■			■
	2.4 Pintura en estructura y obras complementarias, torres en pesadas elevadas, tapas de válvulas de compuerta						■						■
	2.5 Mantenimiento de rótulos de información en las líneas			■			■			■			■
	2.6 Inspección general de zonas de influencia			■			■			■			■
	2.7 Reconstrucción de la estructura	<i>De acuerdo con el estado y circunstancias de cada obra</i>											
3. Tanques de almacenamiento	3.1 Limpieza interna y desinfección de la estructura			■			■			■			■
	3.2 Limpieza de instalaciones y zona verde		■		■		■		■		■		■
	3.3 Vigilancia sistema de cloración y cloro residual	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3.4 Limpieza sistema de cloración	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3.5 Mantenimiento pintura: mallas, casetillas, estructuras metálicas, estructura del tanque	■						■					
	3.6 Reconstrucción de la estructura	<i>De acuerdo con el estado y circunstancias de cada obra</i>											

Fuente: ASADA San Pedro de Barva, 2018

La evidencia del mantenimiento en algunas estructuras del sistema se muestra en el siguiente registro fotográfico:

a) Tanque la Amada



Figura 4. Rótulo de válvula de By Pass.



Figura 5. Tapas en buen estado, pintadas y cerradas.

b) Tanque el Bosque:



Figura 6. Malla perimetral en buen estado



Figura 7. Revisión de limpieza de tanques

c) Líneas de conducción:



Figura 8. Revisión de rótulos



Figura 9. Mantenimiento en sector Roble Alto.
ASADA San Pedro, 2019

2.3 Capacidad física

2.3.1 Nacientes

Las nacientes se ubican en la Hacienda La Marta, perteneciente al Señor Botho Steinvorth Koberg, es de acceso restringido. La ASADA de San Pedro de Barva cuenta con dos tipos de sistemas: uno por gravedad y el otro por bombeo.

Las nacientes se encuentran captadas en tanques de concreto forjados en piedra de laja, tienen sus respectivas tapas con cierres especiales (ver figuras 10 y 11). Actualmente cuenta con siete captaciones: Calle Segura, Bosque, Centro, Naranjo, Steinvorth, Piedra, y los Geovany's, las cuales se encuentran enchapadas con piedra laja, rotuladas y cuentan con mantenimiento estructural.

Como parte del programa de protección a las fuentes, la ASADA da mantenimiento dos veces por semana, los días martes o miércoles y sábados, en ellos se trabaja en la parte de limpieza interna y externa. También se coloca piedra laja en las captaciones que sufren desprendimientos de algunas de sus partes (ASADA San Pedro de Barva, 2018).



Figura 10. Naciente Steinvorth



Figura 11. Mantenimiento en nacientes

2.3.2 Líneas de conducción

En total son 11.5 Km. y abarcan las líneas de conducción. Para conocer las zonas donde se encuentran las líneas de conducción y la servidumbre de paso, se efectúa el recorrido en campo para conocer la ruta y el mantenimiento respectivo: sector 1 (de las nacientes hasta el tajo); sector 2 (Roble alto) y sector 3 (finca antiguo Roblealto)

En el 2018 se instala dos válvulas eliminadoras de presión en las líneas de conducción que pasan por los sectores de Nora Villegas y Plantex.

Las líneas de conducción están hechas de PVC, un material de fácil instalación y no requiere de un mantenimiento exhaustivo. Su ventaja principal es bastante flexible para doblarlo sin romperse, también permite soportar la presión del suelo y los movimientos de tierra y además se puede dilatar y contraer para compensar las variaciones de presión en el sistema. Es decir, puede resistir desde un evento natural hasta las variaciones de la presión de agua del sistema. El mantenimiento es mensual para todas las líneas de conducción.

En el siguiente cuadro se muestra las características de las líneas de conducción, proporcionadas por la parte administrativa.

Cuadro 5. Características de las líneas de conducción.

Tanque	Longitud Km	Tubería	Diámetros (Pulgadas)
Amada	3.5	PVC	4

Tanque	Longitud Km	Tubería	Diámetros (Pulgadas)
Doña Elena	2.5	PVC	4
Bosque	2	PVC	6 Y 4
Vega	3.5	PVC	6 Y 4

Fuente: ASADA San Pedro de Barva, 2018

2.3.3. Tanques de almacenamiento

Cuenta con cuatro tanques de almacenamiento: Amada, Vega, Bosque y el Tanque Quiebra. Todos debidamente rotulados, con enchape interno en cerámica o bien impermeabilizados con Poliurea. Cada uno está rotulado al igual que las válvulas, el estado de la pintura es óptimo, el lavado interno y externo se realiza mensualmente. Se corrobora de esta forma, la información previa obtenida del Informe Sello de Calidad Sanitaria del año 2018. El único tanque sin enchapar en piedra es el Tanque San Pedro, pues al ser de acero vitrificado no requiere este tipo de enchape.

En el cuadro seis se muestra las características de los tanques de almacenamiento y posteriormente su descripción:

Cuadro 6. Características de los tanques

Tanque	Material	Capacidad en m ³
Amada	Concreto	90
Vega	Concreto	150
Bosque	Concreto	187
San Pedro	Acero vitrificado	1000

Fuente: ASADA San Pedro de Barva, 2018

Tanque Amada: en agosto del 2017 se realizó la instalación del alumbrado interno, así como el cercamiento perimetral. Para el periodo 2018, se le da el mantenimiento en pintura, tanto de tapas de válvulas como en la parte externa del tanque, además se realiza mensualmente el lavado en la piedra laja que lo cubre, así como la colocación de los desprendimientos que pueda presentar la piedra (ASADA San Pedro de Barva, 2018).

Tanque Vega: ubicado en el Sector de Puente Salas, San Pedro de Barva, su capacidad es de 150 metros cúbicos. Se le realiza mantenimiento en pintura, tanto externo como en las tapas de las válvulas.

Tanque Bosque: se ubica en el Sector de San Pedro específicamente en el caserío llamado el “Bosque”. Tiene una capacidad de almacenaje de 187 metros cúbicos, abastece al Sector del Naranjo y parte del Sector Centro.

Tres tanques forman esta estructura. En el momento de la visita de campo uno está fuera de servicio por mantenimiento, sin embargo, se encuentra al 100% de su capacidad.

Tanque Quebra Gradiente: ubicado en el Sector de la Máquina inicia su funcionamiento en diciembre 2015. Permite hacer reparaciones al tanque principal (Amada), sin utilizar cisternas. Así mejora el almacenamiento para la dotación en verano de los usuarios de la parte baja, y se mejora la infraestructura. El segundo tanque de almacenamiento (gradiente), permite el abastecimiento en el sector de la máquina en 30,000 litros de agua, eso equivale a 30 metros cúbicos (ASADA San Pedro de Barva, 2018). Ambos tanques están hechos de fibra de vidrio. El agua del tanque La Amada pasa a estos tanques de reunión (quebra gradiente) y de aquí se distribuye a los hogares.

Tanque San Pedro: se inaugura en abril 2018. Su material es acero vitrificado, con una capacidad de 1000 m³ en el Sector de Puente Salas. Entra en operación el 1° de mayo del 2018 (ASADA San Pedro de Barva, 2018). En la visita de campo se comprueba el nivel de agua: está un metro por debajo del nivel. Se realiza revisiones de este tanque a las 9:00 am, 12:00 md y 3: 00 pm.

2.3.4. Estructuras de captación de pozos profundos

Corresponde a un sistema por bombeo, y abastece a 257 usuarios. Se ubica en la Urbanización Doña Elena con una capacidad de 90m³. La profundidad del pozo es de 110 metros. La bomba para su respectivo funcionamiento es por cable de alimentación eléctrica, y se sitúa a los 92 metros del pozo. Dicho sistema cuenta con su respectivo mantenimiento en pintura, está rotulado, tiene su malla perimetral y su propio sistema de desinfección. Este es de inyección a presión (ver figura 12). El mantenimiento de la estructura es mensual, así como el lavado interno. Se realiza la visita de campo para corroborar todos estos procesos.



Figura 12. Vista de la estructura del Tanque Doña Elena

2.3.5 Medición de caudales.

De acuerdo con el informe Sello de Calidad Sanitaria (ASADA de San Pedro, 2018), la ASADA lleva un control adecuado de la producción de las nacientes, realiza dos mediciones mensuales por parte del personal de la ASADA. En conjunto con ICEA Consultores y Ejecutores se realiza aforos ultrasónicos en la línea de conducción de 4” para detectar faltantes de agua y cuánta es la cantidad de agua que pasa por ella (ASADA de San Pedro, 2018).



Figura 13. Medición de caudal por parte del personal de la ASADA.
(ASADA San Pedro, 2019)

2.3.6 Proceso de cloración

El proceso de desinfección se realiza en el sector de las nacientes, en el caso del tanque Doña Elena es por inyección a presión con ACL 90. La revisión del cloro residual se realiza a diario, por parte del personal de la ASADA, en los tanques de almacenamiento y en otros puntos diferentes de los sectores en los cuales se brinda el servicio, para determinar los niveles de cloro requeridos que exige el Programa de Sello de Calidad de Agua.

Según la asistente administrativa de la ASADA, el cloro para llevar a cabo la desinfección del sistema se llama ACL 90, distribuido por Continex Representaciones. Este producto cuenta con certificaciones de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) y la NSF (Fundación de Higiene Nacional de los Estados Unidos) para uso en el tratamiento de agua para consumo humano.

Cabe resaltar lo siguiente: en las visitas realizadas al campo se acompañó a los fontaneros a efectuar el proceso de cloración y se verifica el procedimiento por aplicar en la ASADA.

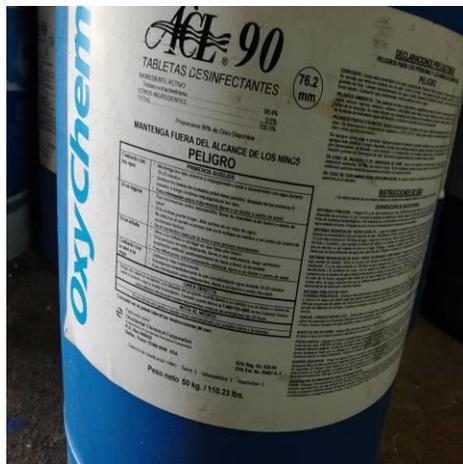


Figura 14.Etiqueta del cloro ACL90



Figura 15. Pastillas de cloro

2.3.7 Toma de muestras de cloro residual

La medición de cloro residual se realiza a diario en tres puntos, son: Tanque Amada, Tanque Vega y Tanque Doña Elena, se efectúan a primera hora del día. En el siguiente cuadro, se muestra la periodicidad en el proceso de desinfección:

Cuadro 7. Sistema de desinfección de tanques

Tanque	Tipo de sistema (cámara de sumersión)	Tiempo de reposo	Revisión de cloro residual
Principal nacientes	ACL 90	Inicio de desinfección	Diaria
Amada	ACL 90	20 minutos	Diaria
Doña Elena	Inyección a presión ACL 90	20 minutos	Diaria
Bosque	ACL 90	20 minutos	Diaria
Vega	ACL 90	20 minutos	Diaria
Tanque San Pedro	ACL 90	20 minutos	Diaria

Fuente: ASADA San Pedro de Barva, 2018

2. 4 Resultados de la percepción del recurso hídrico

La encuesta se aplicó en el sector Centro, pues aquí se encuentra la mayor cantidad de viviendas, comercios e instituciones. El 76 % de los encuestados corresponde a viviendas, el 18 % a negocios (pulperías, farmacias, restaurantes, tiendas) y un 6% a instituciones (kínder, escuela y guarderías) (ver figura 16).

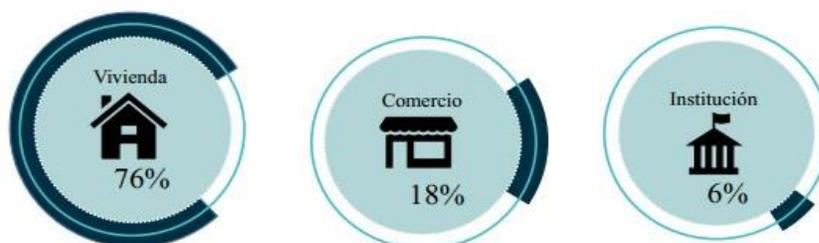


Figura 16. Tipo de asociado de la población encuestada

En el distrito de San Pedro de Barva se registra una relativa diversidad de fuentes de trabajo locales, la agricultura y el comercio son las que presentan un mayor peso. Destaca también la importancia atribuida a la industria. Las actividades agrícolas dominantes son el cultivo del café y algunos viveros, por su parte se encuentra algunas industrias de dimensiones pequeñas, talleres, entre otros.

Las actividades comerciales tienden, naturalmente, a concentrarse en los sectores con más densidad de población, mientras en las áreas periféricas dicha dotación es significativa. Según información de los representantes comunales, en el sector tienen cierta importancia las ventas informales y los llamados “polacos” (Municipalidad de Barva, 2014). Por estas razones expuestas en el Plan de

Desarrollo Cantonal de Barva, se escoge el sector centro para la aplicación de la encuesta de percepción del recurso hídrico.

Enseguida se expone los resultados de la encuesta de percepción del recurso hídrico.

En el apartado A sobre datos generales, con respecto del sexo (femenino y masculino), el 52 % (48 hombres) de los encuestados corresponde al sexo masculino y el 48% al femenino (45 mujeres).

En cuanto al rango de edades de los entrevistados, se consulta a usuarios con edades desde los 15 años hasta los 65. La mayor parte de los encuestados van de los 25 a los 35 años (un 34%), y en menor cantidad los usuarios adolescentes y adultos jóvenes de 15 a 25 años (un 10%). Los resultados de los grupos etarios se muestran en la figura 17.

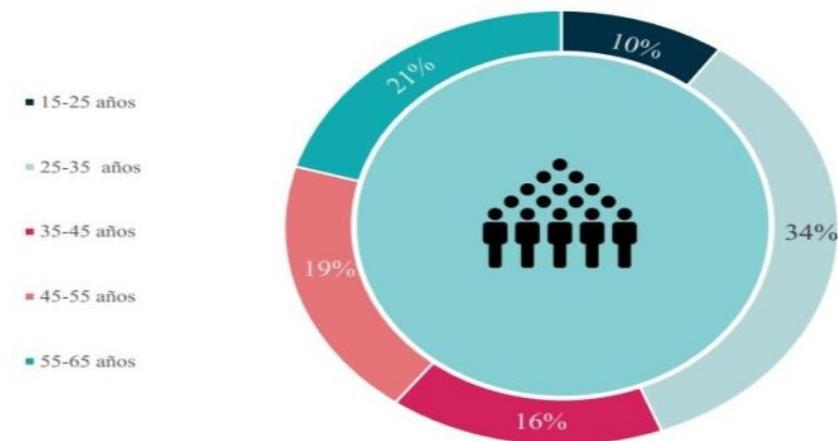


Figura 17 . Rango de edad de los usuarios entrevistados.

Se les consulta a los abonados si tienen conocimiento acerca de donde proviene el agua para consumo. El 67% afirma sí conocer de dónde proviene el agua de consumo, mientras el 30% de los encuestados responde no saber de dónde viene el agua.

Con respecto del discernimiento de los usuarios quienes sí conocen de dónde proviene el agua, los resultados muestran lo siguiente: un 44% afirma que el agua viene de las nacientes, de acuerdo con un 33% proviene de otra entidad como la ESPH u otra ASADA cercana (generalmente es gente quien trabaja en comercios o instituciones las cuales no pagan directamente el servicio y por lo tanto

desconocen), un 19 % indica el agua proviene de las montañas y un 7% de los tanques de almacenamiento (ver figura 18).

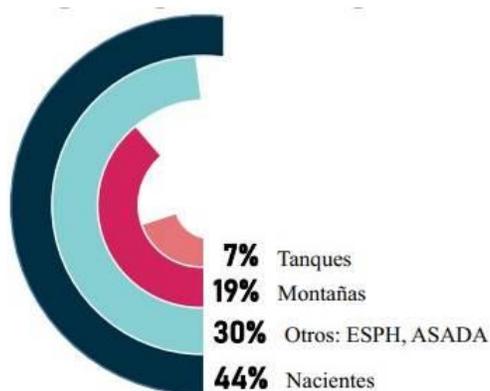


Figura 18. Conocimiento de abonados sobre proveniencia del agua.

En el apartado B de la encuesta: *conocimiento sobre la calidad del servicio de agua que brinda la ASADA*, se consultó a la población acerca de su conocimiento sobre el sistema de abastecimiento de agua, es decir, sobre las diferentes unidades que conforman el acueducto (tanques de almacenamiento, líneas de conducción, pozos, entre otros). El 61 % de abonados desconoce el sistema de abastecimiento por el cual llega el agua a sus hogares, negocios, instituciones, entre otros. Un 36% afirma si conocer el sistema de abastecimiento y un 3% no sabe o no responde.

Sobre la consulta de si el servicio de agua se les interrumpe en los últimos seis meses, el 61% de los usuarios informó no haber sufrido dicha interrupción. Sin embargo, el 35% indica si haber sufrido cortes e interrupciones. Solamente un 4% no responde o no sabe. De acuerdo con el administrador de la ASADA, cuando hay interrupciones del servicio, es por mantenimiento de las diferentes unidades, o porque se presentan emergencias como tuberías rotas, fugas, y otros. Se toma evidencias de ellas, y se publican en redes sociales para informar a los usuarios del porqué de la interrupción.

Al continuar el tema de interrupciones del servicio, se consultó a los abonados sobre el aviso antes de suspender el servicio. En la figura 19 se observa que el 78 % de los usuarios afirma sí se les avisa cuando van a interrumpirlo. Un 14 % no sabe o no responde (empleados de tiendas, restaurantes, e instituciones, no reciben el comunicado directamente) y finalmente, un 8% de los abonados asegura la ASADA no les informa sobre la interrupción.

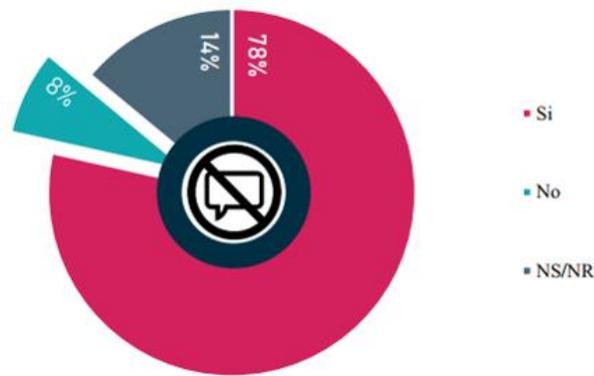


Figura 19. Información de avisos sobre la interrupción del servicio

Posteriormente se consultó sobre el medio por el cual la ASADA les informa sobre la suspensión del servicio (y para dar respuesta a la consulta sobre el aviso de suspensión del servicio). Un 46 % de los encuestados afirma se les informa sobre los cortes del servicio por medio de mensajes de texto y boletines, el 45 % asegura se les anuncia por redes sociales como Facebook. El resto de los usuarios indica enterarse de la suspensión por medio del perifoneo y un 3% por medio de los avisos de la iglesia, en las noticias al finalizar las misas (ver figura 20).

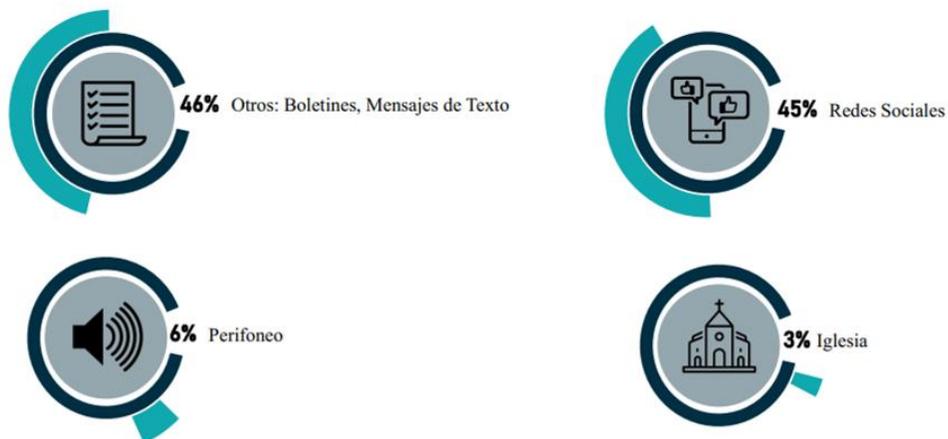


Figura 20. Medios de información sobre la interrupción del servicio.

Finalmente, se les consultó a los usuarios, sobre cómo califican el servicio brindado por la ASADA. El 85 % de la población califica la gestión de la ASADA como excepcional (excelente y bueno). Lo cual genera confianza entre los usuarios y demuestra una excelente gestión del recurso hídrico. El 14 % de abonados califica el servicio como regular y solo un 1 % lo considera deficiente (ver figura 21).

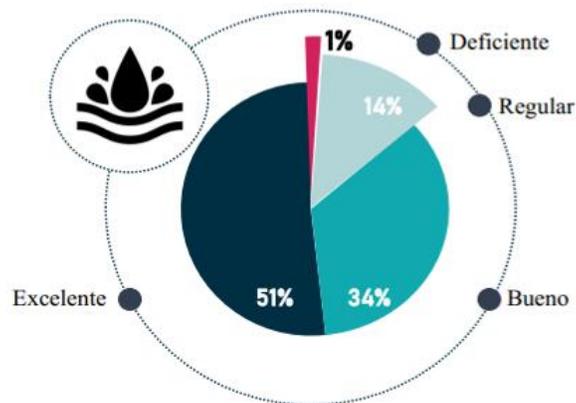


Figura 21. Calificación de los usuarios a la ASADA.

En el apartado C: propiedades *organolépticas del agua*, se les consulta a los usuarios sobre si el agua que llega a su vivienda se ve turbia. Se les explica previamente que la turbidez corresponde a una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión (Lenntech, 2019). Se les indica que cuántos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parece y más alta es la turbidez. Aclarado este concepto, los resultados son los siguientes: el 85 % de los usuarios informan que el agua llega a sus viviendas limpia. Y el 7 % afirma el agua les llega “turbia” según su parecer. Informan que esta situación se produce generalmente luego de algún corte programado o después de la reparación de una fuga.

Otra de las preguntas realizadas es su percepción sobre si el agua llega a sus viviendas con algún olor. El 84 % de los usuarios afirma que el agua no tiene ningún olor. Un 7% dice de vez en cuando tiene un olor diferente. Los abonados quienes afirman que el agua tiene un olor diferente, indican el agua llega a veces con olor a cloro, tierra y caño.

Para finalizar este apartado, se les consultó a los abonados, si consideran que el agua les llega a sus viviendas con un sabor “normal”. El 91% de la población afirma el agua tiene un sabor “normal”. Un 6% indica que el agua no tiene un sabor “normal”. Este último porcentaje de abonados, afirma: algunas veces el agua sabe a sal y a cloro.

En la sección D: *calidad del agua para consumo*, se consultó a los abonados sobre cómo catalogan la calidad del agua que consumen en sus viviendas. El 93 % de los usuarios califica la calidad del

agua como muy buena en general, muestran mucha satisfacción con la calidad del agua de consumo diario.

Sobre la época del año en la cual tienen más problemas con el servicio de agua (ver figura 22), el 53 % de los usuarios asegura ser en la época seca. Este 2019, el Instituto Meteorológico Nacional, informa: por los efectos del fenómeno El Niño, el país va a sufrir los efectos de la sequía. La ASADA de San Pedro de Barva, realiza esfuerzos para motivar a la población con el fin de ahorrar el recurso hídrico, y genera estrategias por medio de programas de educación ambiental en la comunidad enfocadas en el ahorro del agua, revisión de nacientes y fuentes de agua, reporte de fugas y una extensa comunicación con los pobladores, con el fin de no afectarlos por los cortes o suspensiones programadas y perturbar su cotidianidad.

El 5 % de los abonados asegura: en la época de transición se presenta problemas por los arreglos de los sistemas, como previsión antes de entrar la época lluviosa. Un 7 % de los usuarios afirma que la época lluviosa es cuando más presenta problemas con el agua, debido a las fugas de las tuberías y partes del sistema.

En último lugar, el 30% de los usuarios informa no saber cómo clasificar la época del año con más problemas, pues aseguran el funcionamiento de la ASADA es tan eficiente en su sistema de distribución y cuidado del agua que nunca tienen problemas con el servicio sin importar si es época lluviosa, seca o transición.

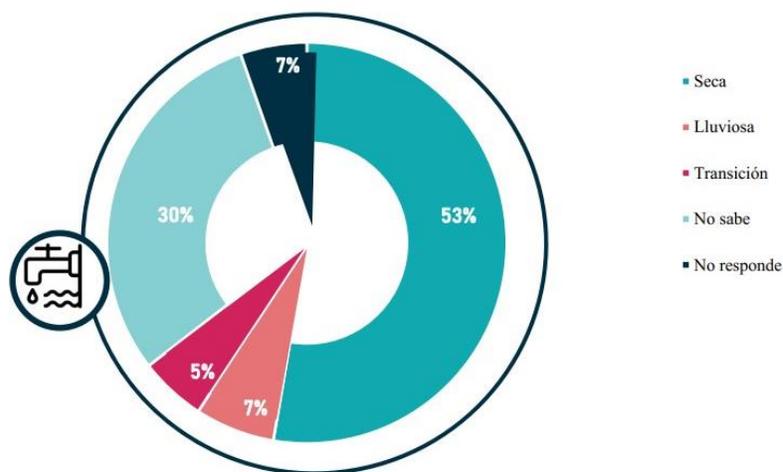


Figura 22. Problemática del servicio de agua de acuerdo a la estación climática.

Finalmente, en el apartado E: *percepción por parte de la comunidad*, se le preguntó a los usuarios cuáles son los problemas del servicio que brinda la ASADA. El 68 % de la población encuestada asegura no encontrar ningún problema en el servicio, se encuentran muy satisfechos con él. El 32% restante, menciona diferentes problemas según el criterio personal: mejora en la información de los comunicados y en las reparaciones, falta de tecnificar al personal, falta de modernización en las técnicas de reparación y compra de equipo tecnológico para la solución de dichos problemas.

Uno de los aspectos mencionados constantemente es la tarifa de cobro “elevada”. De acuerdo con la última actualización de la ARESEP, el monto se fija para 313 colones el metro cúbico, va desde el bloque de consumo de los 0 a los 15 abonados, hasta mayor a 120 abonados (incluye abonados domiciliarios, empresariales y gubernamentales), además no se cobra el cargo fijo mensual, como si lo hacen el AyA y ESPH. Esta tarifa es una de las más económicas y competitivas dentro del servicio de prestación del recurso hídrico. En el cuadro ocho se muestra los costos establecidos para estas instituciones según la ARESEP, para el 2019.

Cuadro 8. Tarifas establecidas por metro cúbico para la prestación del recurso hídrico

Entidad	Bloque	Domiciliar	Preferencial	Gubernamental	**Cargo fijo mensual
ESPH	00-15	₡318	₡761	₡318	₡1200
	>120	₡1331	₡1331	₡635	₡1200
AyA	00-15	₡355	₡355	₡1405	₡2000
	>120	₡1790	₡785	₡1790	₡2000

Fuente: ARESEP, 2019

**El cargo fijo se debe adicionar al valor del servicio medido o fijo, y con ello completar el valor de la facturación.

Para concluir la encuesta, se les preguntó a los usuarios sobre las opciones de mejora que la ASADA podía implementar a corto y largo plazo. La mayoría de la población encuestada afirma: continuar con la excelente labor. Algunos afirman una mejora en los comunicados, otros usuarios por sus horarios de trabajo no reciben el boletín informativo sobre la suspensión del servicio, o no revisan redes sociales, entonces un mensaje de texto les sería de gran utilidad, sobre todo a quienes trabajan.

2.5 Evaluación de riesgos y peligros del sistema

2.5.1 Determinación de los Puntos Críticos de Control y sus medidas de control

Según el Reglamento para la calidad del Agua Potable (Decreto n° 38924-S), en su artículo 4, establece se deben realizar inspecciones sanitarias como componentes de la vigilancia de la calidad del agua potable para la aplicación de las Guías de Inspección SERSA.

Estas guías permitan revisar el estado de las diferentes estructuras (captaciones, conducciones, almacenamiento, distribución), de los sistemas de abastecimiento de agua potable y del entorno inmediato a las captaciones e identificar los riesgos capaces de afectar su calidad.

Se aplicó una adaptación de la herramienta del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA) como matriz de riesgos para determinar los Puntos Críticos de Control. Esta guía es empleada por el Ministerio de Salud, consiste en la identificación de factores de riesgo y la determinación de un nivel de riesgo (muy alto, alto, intermedio, bajo y nulo).

El Reglamento para la calidad del Agua Potable establece la siguiente clasificación de riesgo y código de colores (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Sistema de clasificación de riesgo

Los SI son factores de riesgo. Número de respuestas "SI"	Clasificación de riesgo	Código de colores
0	Nulo	AZUL
1-2	Bajo	CELESTE
3-4	Intermedio	VERDE
5-7	Alto	AMARILLO
8-10	Muy alto	ROJO

Fuente: Ministerio de Salud, 2019

A continuación, se presenta los resultados según las estructuras propias del sistema de abastecimiento.

- **Nacientes**

El criterio de clasificación de riesgo para las nacientes es **bajo** (ver cuadro 10). Este se debe a que las nacientes en su mayoría, se encuentran sin malla de protección, la cual impida el acceso de

personas y animales a la captación y también se encuentra problemas con ciertos tornillos, pues funcionan como cerradura. Las matrices de identificación de Riesgos en las Nacientes se encuentran en el anexo 4.

Cuadro 10. Clasificación de riesgo para nacientes.

Estructura: Nacientes		
Nombre	Riesgo	Acciones para disminuir los factores de riesgo
El bosque	Bajo	Si el riesgo se clasifica como bajo, se debe solicitar un plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de un mes, de acuerdo con el decreto.
Centro	Bajo	
Segura	Bajo	
Naranjo	Bajo	
Steinvorth	Bajo	
La Máquina	Bajo	
Geovanny	Bajo	

Fuente: elaboración propia, 2019.

1) Nombre: El Bosque

a. Observaciones y valoración del riesgo:

La estructura se encuentra en excelente estado, en piedra laja y rotulada (ver figura 23). Dentro de las observaciones realizadas en la visita de campo, se encuentra: se debe valorar la posibilidad de colocar una malla perimetral, pues al estar expuesta y ser de acceso público, se debe invertir en la seguridad y evitar el posible daño de la infraestructura.

Al abrir los tanques no se observa hojas, de acuerdo con el plan de mantenimiento se limpian cada ocho días. No se encuentra basura en los alrededores.

Las tapas de la captación se hallan en muy buen estado, limpias y sin óxido (ver figura 24). El candado es un tornillo de empotrar, lo cual es muy seguro, solo el fontanero lo puede abrir y se requiere de un tubo especial para sacarlo. Las paredes y la losa superior están en excelente estado. Si se rompe una piedra de la loza, el fontanero la repara inmediatamente. Cuenta con canal de escorrentía en la parte alta, los tanques de reunión cuentan con rebalse y no hay presencia de aguas estancadas.

b. Fotografías:



Figura 23.Superficie de la naciente



Figura 24.Revisión de las tapas

2) Nombre: Centro

a. Observaciones y valoración del riesgo:

La estructura se encuentra en excelente estado, en piedra laja y rotulada (ver figura 25). Por el acceso está difícil de cercar con malla perimetral o verjas. Si se nota una pequeña cantidad de hojas, sin embargo, dentro de las captaciones, en las paredes internas no se encuentra moho, algas, ni insectos. Se ve en muy buenas condiciones de limpieza tal como se observa en la figura 26. La naciente no está desprotegida ni expuesta a la contaminación

b. Fotografías



Figura 25. Superficie de la naciente



Figura 26. Estado del tanque

3) Nombre: Segura

a. Observaciones y valoración del riesgo:

La estructura se encuentra en excelente estado, en piedra laja y rotulada (ver figura 27). Por el acceso resulta difícil de cercar con malla perimetral o verjas. Dentro de las captaciones en sus paredes internas no se encuentra moho, algas, ni insectos, está en muy buenas condiciones de limpieza tal como se observa en la figura 28. El fontanero comenta recientemente haber cambiado el tubo de rebalse. En la visita de campo también se observa lo siguiente: se debe cambiar el tornillo de la tapa, este funciona como “llave” para abrir la tapa, como se indica en la figura 29. La naciente no está desprotegida ni expuesta a la contaminación.

b. Fotografías:



Figura 27. Superficie de la naciente **Figura 28** .Estado del tubo de rebalse, ASADA San Pedro, 2019



Figura 29. Apertura de tapa de tanque

4) Nombre: Naranjo

a. Observaciones y valoración del riesgo:

La estructura se encuentra en excelente estado, en piedra laja y rotulada (ver figura 30). Al igual que las primeras nacientes, es difícil de cercar con malla perimetral o verjas. En cuanto a fuentes de contaminación, según lo observado en la visita de campo, se estuvo realizando labores de mantenimiento en una de las paredes del tanque, hay restos de cemento, y esto puede ser un factor contaminante del recurso hídrico (ver figura 31). La losa superior si tiene un poco de restos de cemento. Pero esto se debe al arreglo de las paredes. No se observa la presencia de aguas estancadas, ni fuentes de contaminación industrial o doméstica.

De acuerdo con el decreto, si el riesgo se clasifica como bajo, se debe solicitar un plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de un mes.

b. Fotografías:



Figura 30 .Superficie de la naciente **Figura 31**. Pared interna del tanque de captación

5) Nombre: Steinvorth

a. Observaciones y valoración del riesgo:

La estructura se encuentra en excelente estado, en piedra laja y rotulada (ver figura 32). Al igual que las demás nacientes, es difícil de cercar con malla perimetral o verjas. En cuanto a fuentes de contaminación, según lo observado en la visita de campo, es de las estructuras en mejores condiciones por la constante revisión de las labores de mantenimiento, lo cual se puede observar en la figura 33, con el estado reluciente de las paredes internas del tanque. No se observa la presencia de aguas estancadas, ni fuentes de contaminación industrial o doméstica.

b. Fotografías:



Figura 32. Superficie de la naciente



Figura 33. Vista de las paredes internas del tanque

6) Nombre: Piedra (“La Máquina”)

a. Observaciones y valoración del riesgo:

La estructura se encuentra en excelente estado, en piedra laja y rotulada (ver figura 34). Al igual que las demás nacientes, es difícil de cercar con malla perimetral o verjas. En cuanto a fuentes de contaminación, según lo observado en la visita de campo, es de las estructuras que se encuentran en mejores condiciones por la constante revisión de las labores de mantenimiento, lo cual se puede observar en la figura 35, con el estado reluciente de las paredes internas del tanque. No se observa la presencia de aguas estancadas, ni fuentes de contaminación industrial o doméstica.

b. Fotografías:



Figura 34. Superficie de la naciente



Figura 35. Vista de las paredes internas del tanque

7) Nombre: Geovany's

a. Observaciones y valoración del riesgo:

La estructura se encuentra en excelente estado, en piedra laja y rotulada (ver figura 36). Al igual que las demás nacientes, es difícil de cercar con malla perimetral o verjas. No se observa la presencia de aguas estancadas, ni fuentes de contaminación industrial o doméstica.

De acuerdo con decreto, si el riesgo se clasifica como bajo, se debe solicitar un plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador, para corregir situación en un plazo de un mes.

b. Fotografías:



Figura 36. Estado de la superficie

▪ **Línea de conducción**

Tal como se describe en las generalidades de la ASADA, los principales sistemas de recolección se sitúan en las nacientes y estos se envían a través de la línea de conducción, se almacenan en tres tanques de almacenamiento, localizados en distintas zonas geográficas del distrito de San Pedro y Puente Salas, posteriormente se realiza la distribución de líquido.

El criterio de clasificación de riesgo para líneas de conducción es intermedio (ver cuadro 11).

Cuadro 11. Clasificación de riesgo para tuberías de conducción.

Estructura	Riesgo	Acción para disminuir el factor de riesgo
Tubería de conducción y distribución	INTERMEDIO.	Para la clasificación de riesgos nivel intermedio, el Ministerio de salud debe emitir orden sanitaria al operador con el fin de corregir los factores de riesgo detectados en un plazo de cinco días hábiles.

Fuente: elaboración propia, 2019.

La matriz de identificación de riesgos para la tubería de conducción y distribución se encuentra en el anexo 4.

a. Justificación de la valoración del riesgo:

Se efectuó una visita de campo para recorrer el paso de los 11, 5 km de las líneas de conducción. Según el jefe de campo, de acuerdo con la información brindada, estas líneas se construyen aproximadamente en 1998. El agua clorada viene del proceso previo, el cual se realiza en las nacientes. En esta parte del sistema se atiende en promedio dos fugas reportadas por mes. De igual forma se revisó el estado de ellas mensualmente. Los tanques quebragradiantes que se encuentra en el sistema, están en óptimas condiciones. Se observaron dos fugas visibles al principio del recorrido, (ver figuras 37, 38 y 39). En un paso de la línea, se debe cambiar la rotulación, pues se encuentra en mal estado (ver figura 40). Hay ciertos pasos de tubería PVC los cuales expuestos y necesitan taparse, pues al no estar tapadas o semienterradas se pueden quebrar.

La línea de distribución pasa a través de zonas agrícolas, lecherías y una zona doméstica. Este sistema va contiguo a una lechería, luego por el campamento Roble Alto (la línea pasa en los alrededores del patio, jardines y anfiteatro), y para finalizar el recorrido del sistema, transita por Plantex, una empresa agrícola, donde cultivan helechos y otras especies para exportar. En esta zona particularmente se revisa siempre el estado del tanque. Se observa la tapa, es de plástico y muy sucia, como se aprecia en la figura 41. Sin embargo, el jefe de campo la limpia en el momento, la abre y el tanque no presenta grietas, mal olor del agua, ni moho.

b. Fotografías:



Figura 37. Tubería con fuga



Figura 38. Tubería expuesta



Figura 39. Fuga expuesta en tramo



Figura 40. Señalización en mal estado



Figura 41. Revisión de tapa de tanque cerca de Plantex

▪ **Tanques de almacenamiento**

El criterio de clasificación de riesgo para los tanques de almacenamiento es nulo (ver cuadro 12), pues al analizar las condiciones de la estructura no presentan riesgo alguno.

Cuadro 12. Clasificación de riesgo para los tanques de almacenamiento

Estructura: Tanques de Almacenamiento		
Nombre	Riesgo	Acciones para disminuir los factores de riesgo
Amada	NULO	Si bien al aplicar la matriz de identificación de riesgos el resultado es Nulo, y el Ministerio de Salud no establece ningún protocolo, se recomienda seguir llevando al pie de la letra el cronograma de mantenimiento preventivo para los tanques de almacenamiento y su revisión periódica para detectar cualquier falla o irregularidad.
Vega	NULO	
Bosque	NULO	
Quebra Gradiente	NULO	
San Pedro	NULO	

Fuente: elaboración propia, 2019

Las matrices de identificación de riesgos para los tanques de almacenamiento se encuentran en el anexo 4.

a. Justificación de la valoración del riesgo:

Luego de aplicar las matrices de identificación de riesgos en los tanques de almacenamiento (por medio de las visitas de campo) se obtiene una clasificación de riesgo NULA en todos los tanques. Esto se debe al eficiente programa de mantenimiento de las estructuras. Las paredes de los cinco tanques se encuentran en muy buenas condiciones. Los tanques Amada, Vega y Bosque tienen el concreto liso y las tapas sin herrumbre (ver figuras 42 a la 48). El material de los tanques San Pedro y Quebra Gradiente se encuentra en excelente estado y se revisa periódicamente para evitar fugas (ver figuras de la 49 a la 53). Ningún tanque carece de bordes de cemento alrededor de las estructuras, y están libres de maleza. Ningún tanque presenta sedimentos ni hongos adentro, todos

cuentan con malla de protección en excelentes condiciones. No existen fuentes de contaminación en los alrededores de los tanques; si bien hay viviendas, se encuentran a distancias prudentes y al estar cerradas estas estructuras no hay probabilidad de contaminación con basura, excretas de animales o residuos de cualquier tipo.

b. Fotografías:

1. La Amada:



Figura 42. Superficie del tanque



Figura 43. Revisión de tuberías

2. Vega:



Figura 44. Superficie de piedra laja



Figura 45. Revisión interna del tanque

3. El Bosque:



Figura 46. Superficie en buen estado



Figura 47. Tapas sin óxido y cerradas



Figura 48. Paredes internas en concreto liso

4. Quebra Gradiente:



Figura 49-Figura 50: Estructura de paredes internas y externas en buen estado

5. San Pedro:



Figura 51. Tanque en buen estado **Figura 52.** Malla perimetral y alumbrado



Figura 53. Estado de las válvulas de cierre

▪ Pozo

El criterio de clasificación de riesgo para el pozo Santa Elena es nulo, al no encontrar factores de riesgo como fuentes de contaminación alrededor o arriba del pozo, montes o falta de malla de protección. El criterio de clasificación se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Clasificación de riesgo para pozos.

Estructura	Riesgo	Acciones para disminuir los factores de riesgo
Pozo Santa Elena	NULO	El mantenimiento el pozo es mensual. Sin embargo, se recomienda revisar la estructura periódicamente, por ejemplo, revisar la estructura eléctrica del sistema de bombeo para evitar la interrupción del funcionamiento y prestación del servicio. También para evitar la generación de cortocircuitos y el costo de la reparación. Se recomienda revisar su recubrimiento, que no esté dañado ni oxidado.

Fuente: elaboración propia, 2019.

La matriz de identificación de riesgos el pozo Santa Elena se encuentran en el anexo 4.

a. Justificación de la valoración del riesgo

Luego de aplicar la matriz de identificación de riesgos en el pozo se obtiene una clasificación de riesgo NULA en el sistema. Al igual de las demás estructuras, esta puntuación se debe al correcto mantenimiento y limpieza del tanque y a su vez del pozo (ver figura 54). Las tapas metálicas se encuentran en excelente estado, libres de óxido y suciedad. Cuenta con un tubo de cloración (ver figura 55). El sistema de cloración consiste en inyectar el cloro a presión, se deja reposar 20 minutos según el fontanero, y se revisa diariamente. No hay monte ni malezas alrededor, tampoco estancamientos de aguas. Cuenta con cercado perimetral para su seguridad.

b. Fotografías:



Figura 54. Malla perimetral del tanque y pozo



Figura 55. Tubo de cloración cerrado

Capítulo III. Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de San Pedro de Barva.

3.1 Elaboración del PSA

Para la realización del Plan de Seguridad del Agua, se utilizó como guía el manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua de la Organización Mundial de la Salud.

Enseguida se presenta de forma detallada las fases de elaboración del PSA.

3.1.1 Conformación del equipo de trabajo

Este corresponde al primer equipo de PSA de la ASADA. En él colaboran funcionarios del acueducto, miembros de la junta directiva de la Asada y personas interesadas, quienes lo hacen en

diversos temas con la ASADA. La función principal de este equipo es apoyar de forma eficaz en brindar un servicio de excelente calidad para el abastecimiento del agua (Ver cuadro 14).

Cuadro 14. Equipo de Plan de Seguridad del Agua de la ASADA de San Pedro de Barva.

CONFORMACIÓN EQUIPO PSA ASADA SAN PEDRO DE BARVA		
NOMBRE	CARGO	RESPONSABILIDAD PSA
Luis Fabián Córdoba Rojas	Administrador	Aspectos generales y comunicación con la comunidad
Patricia Ruiz Zárate	Asistente administrativo	Aspectos administrativos
María Ramos Alpízar	Cajera	Aspectos administrativos
Richard Espinoza Delgado	Jefe de campo	Aspectos técnicos
Álvaro Carballo Sancho	Tesorero	Consulta y toma de decisiones con la junta directiva
Elieth Fonseca Ulate	Secretaría junta directiva	Consulta y toma de decisiones con la junta directiva
Jeimmy Obando Miranda	Encargada de gestión ambiental	Educación ambiental

Fuente: ASADA San Pedro de Barva, 2019

3.2 Evaluación del sistema.

3.2.1 Descripción del sistema de abastecimiento

Enseguida se presenta el croquis de los diferentes sistemas de abastecimiento, los cuales conforman la ASADA:

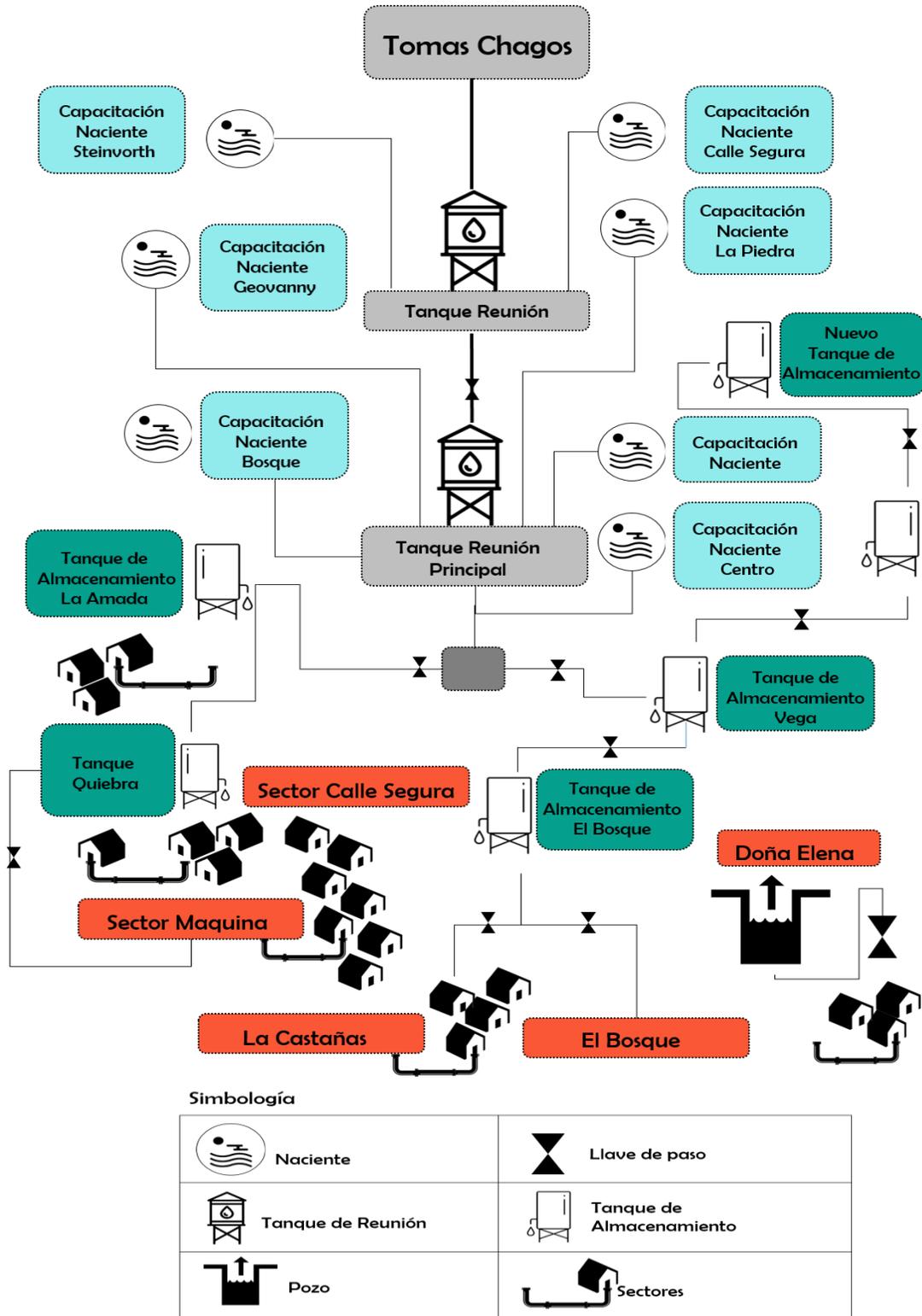


Figura 56. Croquis del sistema de abastecimiento de la ASADA de San Pedro de Barva

Fuente: ASADA San Pedro de Barva, 2018.

En el mapa siguiente se muestra la ubicación de las nacientes de la ASADA:

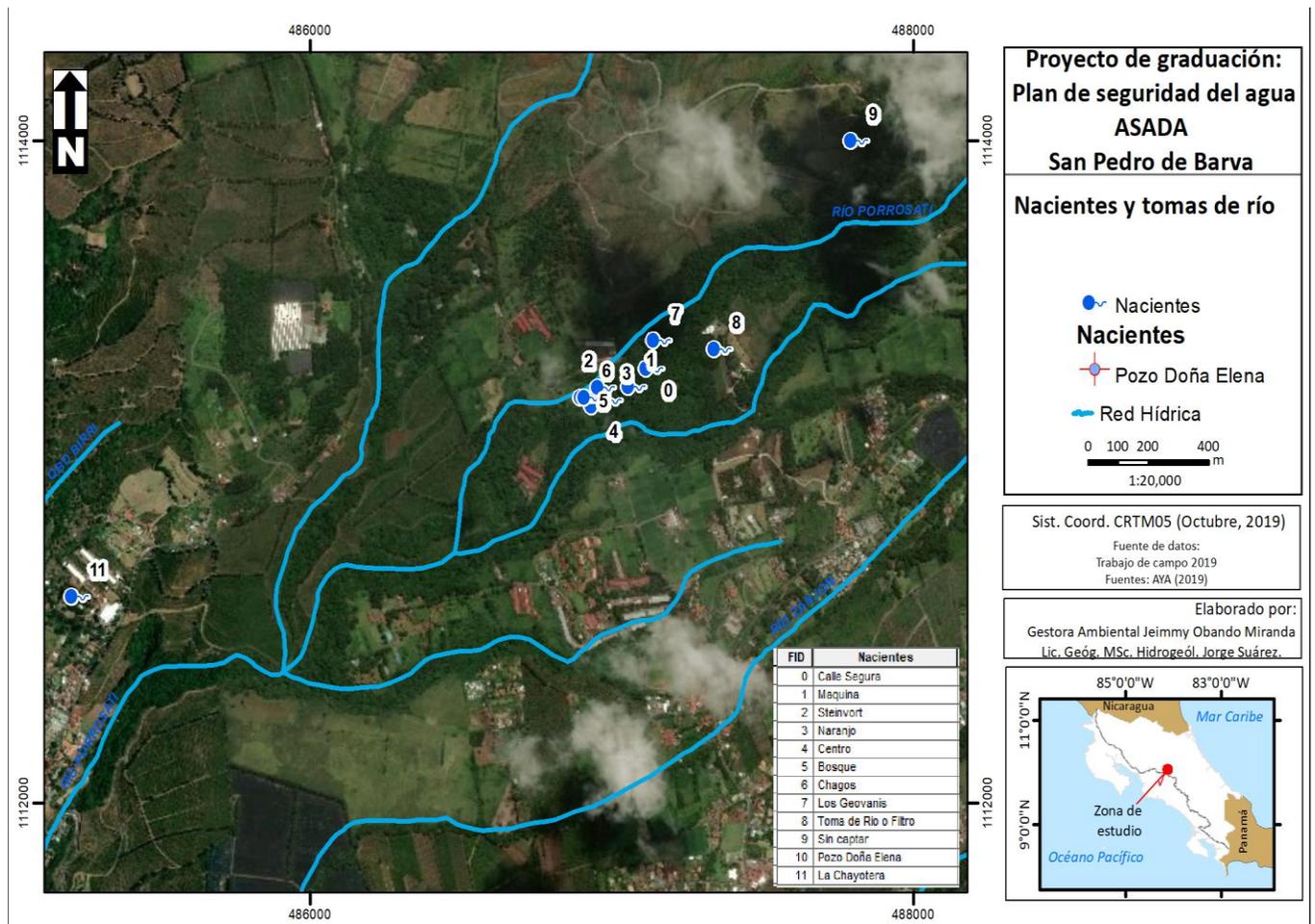


Figura 57. Mapa de las nacientes de la ASADA San Pedro de Barva (Elaboración propia, 2019)

Seguidamente, en la figura 58, se muestran los demás sistemas que conforman el acueducto: tanques, pozo, líneas de conducción (tuberías).

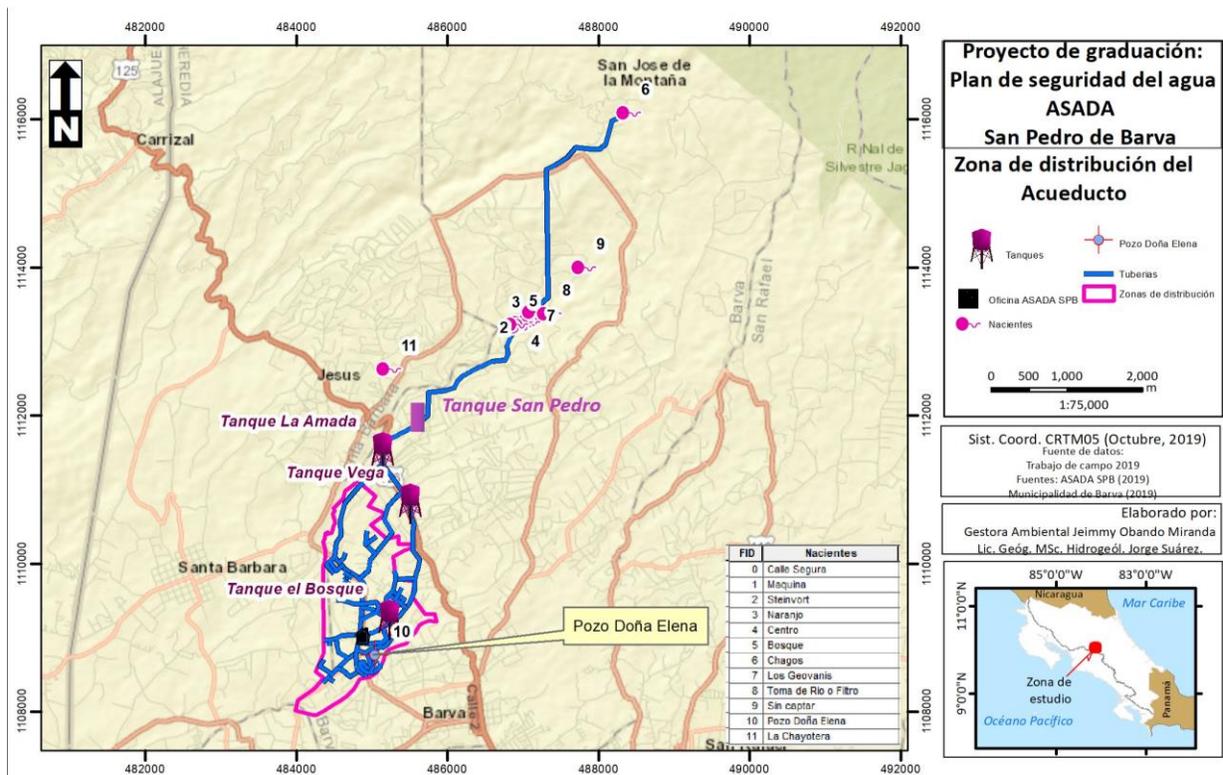


Figura 58. Mapa de zonas de distribución ASADA San Pedro de Barva (Elaboración propia, 2019)

3.2.2 Evaluación de peligros y caracterización detallada de los riesgos

Con respecto de la evaluación de peligros y riesgos se aplica la metodología establecida en las guías de calidad de agua potable de la OMS. Previamente se identifica los riesgos con base en la guía SERSA del decreto de calidad de agua potable.

Se realizó una evaluación de los peligros con el fin de clasificarlos según su probabilidad de ocurrencia y gravedad, para determinar el grado de riesgo. Además, se establece la medida correctiva correspondiente para minimizar o eliminar dichos peligros.

Para cada etapa se desarrolló una matriz, estas se completaron con información recolectada mediante visitas a las diferentes estructuras del sistema.

En el cuadro 15 se muestra la matriz con la valoración de los potenciales peligros de la ASADA de San Pedro de Barva. Para obtener el resultado de la valoración final, se lleva a cabo una multiplicación de la probabilidad por la gravedad y luego se suma el criterio cualitativo.

Cuadro 15. Valoración de los potenciales peligros de la ASADA

Etapa del proceso	Evento peligroso	Tipo de Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Valorización Final
Área administrativa de la ASADA	Control de calidad microbiológica y química del servicio brindado	Químico-microbiológico	3	2	6	Alta
	Acceso sin restricción a personas	Físico – microbiológico	3	2	6	Alta
	Demanda de agua para otros usos	Físico	2	1	2	Baja
Nacientes	Fauna	microbiológico	3	3	9	Alta
	Vandalismo en la infraestructura	Físico	1	2	2	Mediana
	Evento natural (terremoto)	Físico	1	1	1	Baja
	Falta de infraestructura que permita la liberación de presión de aire	Físico	2	2	4	Mediana
	Fugas en la tubería	Físico - microbiológico	3	3	9	Alta
	Tubería expuesta	Físico	1	1	1	Baja
	Filtraciones sistema de distribución	Físico	2	3	6	Alta
	Reparaciones inadecuadas	Físico-Microbiológico	1	1	1	Baja
	Fluctuaciones de la presión	Físico-Microbiológico	1	1	1	Baja
Tanques de almacenamiento	Permeabilidad o fisuras en el tanque	Químico-microbiológico	1	2	2	Baja
	Contenido alto de sedimentos	Microbiológico	2	3	6	Alta
	Vulnerabilidad del tanque ante catástrofes naturales	Químico-microbiológico	1	2	2	Mediana
	Acceso sin restricción a personas	Físico	2	2	4	Mediana
	Errores en las dosis de cloración	Químico – microbiológico	1	1	1	Baja
	Faltas de energía eléctrica	Físico-microbiológico	1	1	1	Baja

Etapa del proceso	Evento peligroso	Tipo de Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Valorización Final
	Desinfección inadecuada o insuficiente	Microbiológico-químico	1	1	1	Baja
	Tratamiento previo	Físico-Microbiológico	2	2	4	Mediana
Líneas de conducción	Fugas en la tubería y mantenimiento de pasos elevados	Físico-Microbiológico	2	2	4	Mediana
	Tubería Expuesta	Físico Químico – Microbiológico	4	3	12	Alta
	Falta de camino o paso accesible que permita el transporte de materiales de construcción o reparación	Físico	4	3	12	Alta
Pozo Santa Elena	Vulnerabilidad ante catástrofes naturales	Químico-microbiológico	1	2	2	Mediana

Los riesgos calificados con mayor puntuación son aquellos relacionados con peligros físicos y biológicos en los diferentes sistemas, entre ellos el control de calidad microbiológica y química del servicio. Sin embargo, se realiza análisis por medio del Laboratorio Nacional de Aguas del AyA, y arrojan resultados dentro de los parámetros establecidos por la ley. Es asunto de salud pública darle seguimiento a la calidad del agua. Se hace también la consulta al área rectora de Salud de Barva y no se presenta quejas por contaminación ni problemas de salud. Otro aspecto de importancia alta es el acceso sin restricción, a personas. En las nacientes, por ejemplo, pueden acceder visitantes de la finca donde se ubican, de igual forma en el camino de la línea de distribución. Esto puede generar vandalismo, o personas quienes dañen las tuberías, rotulación, válvulas, entre otros. Una variable más es la presencia de fauna, pues las nacientes, a modo de ejemplo, por su acceso es difícil cercarlas con malla perimetral, entonces se encuentran huellas de animales como venados. Ante ello, es importante reforzar el mantenimiento de las tapas para evitar la contaminación del agua por excretas. Otro aspecto de importancia alta son las fugas en la tubería, filtraciones en los sistemas de distribución y aunque no se encuentra en ningún tanque, se puede presentar un contenido alto de sedimentos, especialmente en aquellos deshabilitados por mantenimiento, pues si no se limpian

correctamente, se puede producir esto, o bien si no se revisa constantemente el estado de limpieza de los tanques en uso.

En las líneas de conducción se encuentra dos eventos peligrosos, presentan riesgo alto: tuberías expuestas y la falta de camino o paso accesible, el cual permita el transporte de materiales de construcción o reparación. Con respecto de las tuberías expuestas, se localizan en diferentes partes del camino. En las visitas de campo, se le señala al jefe de fontaneros la necesidad de enterrar la tubería en los sectores donde sea posible, al hallarse fugas en algunos tramos del camino. Eso genera pérdida del recurso hídrico y entrada de contaminantes. El otro evento es la falta de camino accesible, al haber partes del tramo de la línea de conducción, donde es casi imposible entrar con un vehículo con el fin de llevar material para la reparación de las fugas, colocación de válvulas, entre otros. Es de suma importancia realizar un estudio el cual permita demarcar un acceso vehicular.

La vulnerabilidad ante eventos naturales, es un riesgo de gravedad mediana. Resulta imposible tener control de él, por lo tanto, es necesario la ASADA realice a mediano plazo proyecciones y preparación de medidas para prevenir, mitigar y compensar los efectos por ocurrir

Es muy importante tanto para el personal de la ASADA, comunidad y actores sociales (escuela, colegio, iglesia) comprometerse a trabajar en dar solución a los riesgos bajos, así como buscar solución inmediata para altos. Lo anterior, para no descuidar aquellas situaciones, las cuales tal vez no se muestren como urgentes o se consideren controladas y evitar sorpresas negativas.

La participación activa de los usuarios es vital para llevar un servicio de calidad a cada hogar, negocio e institución donde se hace uso del recurso.

3.3 Determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC), aplicación de medidas de control y atención de acciones correctivas

Según se observó en la identificación de peligros (tanto en la aplicación de las guías SERSA, como la valoración de los posibles peligros de la ASADA); los eventos que se registran son peligros de bajo riesgo en su gran mayoría. Esto en gran parte debido a las labores exhaustivas de mantenimiento y limpieza de las estructuras, tanto del personal administrativo como del operativo (jefe de mantenimiento y fontaneros). En seguida, se muestran una serie de Puntos Críticos de

Control (ver cuadro 16). Luego de investigar, se observa aparecen en la mayoría de asociaciones distribuidoras de agua potable, con su respectiva medida de control y su acción correctiva.

Cuadro 16. Puntos Críticos de Control y acciones correctivas del PSA.

Estructuras	Riesgo identificado	Punto Crítico de Control	Medida de control	Acción Correctiva	Responsable.
Nacientes	Fauna	Coliformes fecales	Seguimiento al estado físico de las instalaciones.	Restringir el acceso a la captación. Análisis de agua donde se compruebe que no existen agentes patógenos en el agua	Jefe de mantenimiento/fontaneros
	Revisión del Tanque de filtro en época lluviosa	Turbiedad del agua	Revisión del desarenador y filtro	Revisar de una a dos veces por semana en la temporada lluviosa. Especialmente los meses de setiembre y octubre.	Jefe de mantenimiento/fontaneros
Líneas de distribución	Fugas de agua	Bajo caudal de distribución	Cambio de dispositivos	Procedimientos de mantenimiento, reparación e higienización en línea. Dispositivos de prevención de reflujo.	Jefe de mantenimiento/fontaneros
	Tubería expuesta	Bajo caudal	Reemplazar el material y cubrirlo.	Procedimientos de mantenimiento y reparación.	Administrador de la ASADA; jefe de mantenimiento/fontaneros
	Tubería en mal estado	Contaminación del agua: presencia de Coliformes fecales.	Reemplazar el material existente por PVC	Solicitar análisis de la calidad físico química del agua, tomando como punto de muestra, tramos de la línea de distribución.	
Tanques de almacenamiento	***Vida útil de los materiales y aspectos meteorológicos en tanques San Pedro y Quiebra	Posible ruptura de las paredes o las válvulas por desgaste debido a la antigüedad y calidad del material.	Reemplazo del tanque o revisión de la parte que sufre el daño.	Creación de manual de mantenimiento periódico. Realizar inspecciones visuales.	Administrador de la ASADA; jefe de mantenimiento/fontaneros

Estructuras	Riesgo identificado	Punto Crítico de Control	Medida de control	Acción Correctiva	Responsable.
	Gradiente				
	Presencia de sólidos suspendidos	Calidad del agua	Análisis de agua donde se compruebe no existen agentes patógenos en el agua.	Mantenimiento periódico	Administrador de la ASADA; jefe de mantenimiento/fontaneros

Fuente: elaboración propia, 2019.

*** Se menciona estos tanques por el material con que están contruidos, pues al no ser de concreto y estar expuestos, son más propensos al deterioro por estar a la intemperie.

3.3.1 Medidas correctoras para garantizar el suministro de agua potable

Una vez determinados los PCC en la etapa operacional de los sistemas que conforman la ASADA, se muestra una serie acciones o procesos recomendados para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos.

En las nacientes, para reducir la presencia de coliformes fecales, se recomienda en época lluviosa, limpiar rigurosamente las tapas y si es posible, las paredes de las captaciones. Si bien es cierto, la ASADA realiza bimensualmente el proceso de desinfección las estructuras, se debe monitorear dichas unidades.

El otro punto crítico de control analizado, es el tanque filtro. Este se pone en funcionamiento únicamente en época de verano, cuando las nacientes tienen un bajo caudal. Sin embargo, en época lluviosa, suele llenarse de hojas en el techo y los alrededores de humedad. Es necesario los fontaneros revisen periódicamente este tanque, pese a estar fuera de uso, deben llevar una bitácora de su limpieza, quitar las hojas del techo, revisar que las paredes no tengan humedad ni moho, y verificar no haya presencia de fauna.

En las líneas de conducción, el PCC encontrado es la tubería expuesta. Se recomienda revisar periódicamente la ruta trazada para las líneas de conducción. También llevar una bitácora con las inconformidades presentes en el camino. Se debe procurar que la tubería no se encuentre tan expuesta o en pasos muy elevados, pues mientras alguien camina la puede quebrar. Especialmente en sector Chagos (donde hay una entrada con portón), pues personas entran a la cabaña allí construida, y en dicha zona existen tuberías. El otro punto crítico que analiza son las fugas de agua.

Esto no solo genera pérdida del recurso hídrico o una baja de presión en la cantidad de agua por ingresar al sistema, sino una posible contaminación, por cuanto está expuesta a las inclemencias del tiempo y el ingreso de otros materiales a las roturas de la tubería. Es de vital importancia periódicamente revisar la antigüedad y calidad del material con el fin de evitar contratiempos.

Finalmente, en los tanques de almacenamiento, los PCC detectados son la vida útil de los materiales y aspectos meteorológicos en tanques San Pedro y Quebra Gradiente, y la presencia de sólidos suspendidos. El tanque San Pedro al ser de fibra de vidrio y de reciente puesta en marcha tiene más vida útil, pues por la composición de su material es resistente a los golpes y forcejeos. El punto crítico acá es su seguridad, en cuanto a evitar el vandalismo, el robo de medidores, por ejemplo. Desde otro punto de vista, el tanque Quebra Gradiente, por ser elaborado de algún polímero, necesita revisión periódica y mantenimiento constante, porque sufren de un desgaste muy rápido, y es común solicitar el cambio a corto plazo debido a la presencia de fugas. Para evitar la presencia de sólidos suspendidos es vital la revisión de los tanques y llevar un control sobre el programa de limpieza interna y desinfección de la estructura.

Estas medidas se pueden aplicar a corto o mediano plazo según el presupuesto y la inmediatez de la ASADA.

3.4 Gestión y comunicación

3.4.1 Establecimiento de los procedimientos para verificar el eficiente funcionamiento del PSA y cumplimiento de los objetivos en salud establecidos en las normas

Para verificar el adecuado cumplimiento de los procesos establecidos en el PSA, se recomienda utilizar periódicamente los formularios de inspección del programa sello de calidad sanitaria AyA para entes operadores, incluye las unidades de los sistemas de tratamiento (Ver anexo 5).

Dentro de los procedimientos de verificación del funcionamiento realizados por la ASADA para el cumplimiento de sus labores, está el programa de mantenimiento diario, son las órdenes de trabajo. Estas se ingresan al sistema que maneja la asociación, para llevar el control del trabajo realizado.

Según la secretaria de la ASADA, el personal lleva un control diario en un libro de bitácora de campo a cargo del jefe de campo. Por otra parte, se lleva dos controles más, tanto en el sistema de cobro el cual las genera y en un documento en Excel donde se registra el día, hora (inicio y final), el

funcionario y el tipo de orden de trabajo. Las órdenes se ingresan una vez realizadas en la bitácora de campo del jefe de campo.

Conforme con la investigación efectuada para la elaboración de este PSA, la atención de emergencias requiere un sistema de verificación y documentación, porque con el informe sello de calidad Sanitaria presentado en 2018 por la ASADA, se afirma que los abonados cuentan con dos números de teléfono, e inclusive pueden realizar reportes por medio de la página de Facebook, sin embargo, no especifica si estas emergencias se atienden a la mayor brevedad o queda un registro documental de su atención. Por ello, a continuación, se presenta esta lista de chequeo para facilitar la evaluación al implementar el Plan de Seguridad del Agua propuesto.

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (2012), es de suma importancia documentar este tipo de emergencias o eventos inesperados, pues puede ocurrir una situación identificada anteriormente como un peligro grave y la cual requiera atención urgente, y al no documentarlo, tampoco se aplica una medida de control. Por medio de la lista de chequeo, se puede observar si se elimina o no con igual frecuencia, y ahora corresponde a un riesgo leve o bajo. El registro de estos eventos, permite incluirlos (si se omiten) en el PSA, y prevenir un problema operativo en la ASADA. Se elabora al tomar cada criterio considerado en el PSA como elemento para evaluar.

La lista de chequeo para la atención de emergencias que presenta la ASADA se expone en el cuadro 17.

Cuadro 17. Lista de Chequeo para la atención de emergencias que se presentan en la ASADA de San Pedro de Barva.

Aspecto por evaluar	Componente del sistema	Observaciones	¿Se realizó?	
			Sí	No
¿Cómo se detectó o reconoció el problema originalmente?				
¿Qué ocasionó el problema?				
¿Cómo se evaluó el riesgo?				
¿Se tomaron medidas de mitigación ambiental?				
¿Se tomaron las medidas adecuadas y oportunas para advertir a los abonados y proteger su salud?				
¿Tuvieron problemas de comunicación?				

Aspecto por evaluar	Componente del sistema	Observaciones	¿Se realizó?	
			Sí	No
¿Qué consecuencias tuvo la emergencia, inmediatas y a largo plazo?				

Fuente: elaboración propia, 2019.

3.4.2 Establecimiento de procedimientos de comunicación

El Manual de Desarrollo de los PSA, establecido por la Organización Mundial de la Salud, recomienda tener un programa de comunicación dirigido por el personal quien brinda el servicio de abastecimiento de agua, pues al usuario le proporciona un alto nivel de confianza. Al aplicar la encuesta de percepción a la comunidad, ciertos abonados manifiestan que la comunicación es uno de los aspectos por mejorar. En consecuencia, establecer un sistema de comunicación entre miembros del personal con los usuarios, es de vital importancia para la aplicación efectiva del Plan de Seguridad del Agua.

En la encuesta de percepción social aplicada a la comunidad, los encuestados indican que la ASADA difunde sus mensajes por medio de la página de Facebook, boletines informativos, comunicados en las misas y mensajes de texto. Algunos abonados comentan la importancia de conocer más a fondo el trabajo de la ASADA: qué es una asociación, cuál labor realizan, como se conforma y, si es posible hasta organizar visitas a las diferentes estructuras. El componente de educación ambiental es vital para sensibilizar la población. Deben ir de la mano estos dos aspectos: conocimiento y conciencia. En el cuadro 18 se presenta una estrategia para el programa de sensibilización y comunicación.

Cuadro 18. Estrategia sugerida para la capacitación de los abonados de la ASADA de San Pedro de Barva, según los lineamientos de un PSA.

Objetivo:	Capacitar a la población de San Pedro de Barva sobre la labor de la ASADA, para educarla sobre la importancia de proteger y preservar el agua.		
Actividad	Indicadores	Responsable	Tiempo
Talleres participativos	# de talleres realizados a organizaciones comunales y en centros educativos	Personal administrativo de la ASADA	A definir por administración
Campañas de comunicación	# de campañas realizadas	Personal administrativo de	A definir por administración

Objetivo:	Capacitar a la población de San Pedro de Barva sobre la labor de la ASADA, para educarla sobre la importancia de proteger y preservar el agua.		
		la ASADA	

Fuente: adaptado de Arce, 2015.

Se puede establecer alianzas estratégicas con el departamento de gestión ambiental de la Municipalidad de Barva para impartir charlas de educación ambiental y concientizar al cantón de Barva sobre la importancia de cuidar y preservar el recurso hídrico.

De igual forma, en la parte social, se puede establecer reuniones con grupos de adultos mayores, no solo del distrito de San Pedro, si no de los alrededores, para participar en campañas de siembra, por ejemplo.

Parte de la estrategia de sensibilización es buscar alianzas con empresas del cantón para desarrollar programas de responsabilidad socio ambiental, las cuales patrocinen, a modo de ejemplo, la compra de contenedores para reciclaje, la compra de material para educación ambiental, aporte de personal voluntario de empresas para realizar visitas a las nacientes y dar apoyo en programas de reforestación, entre otros.

Un aspecto muy importante para la estrategia de comunicación también va de la mano con la sensibilización ambiental, se refiere a conocer por parte de los abonados la calidad del agua que consumen. El 85 % de ellos califica el agua como muy buena, sin embargo, es transcendental reforzar el conocimiento de cómo llega el líquido a sus hogares. En el cuadro 19 se propone una estrategia de comunicación respecto de la calidad del agua.

Cuadro 19. Estrategia de comunicación para dar a conocer el control de calidad del recurso

Objetivo	Informar a los usuarios de la ASADA de San Pedro de Barva sobre la calidad del agua que están recibiendo.		
Actividad	Indicadores	Responsable	Tiempo
Elaborar un documento informativo sobre la importancia del control de la calidad del agua, el cumplimiento del reglamento para la Calidad del Agua Potable y la caracterización del agua que está consumiendo.	dos informes	Personal administrativo de la ASADA	dos veces al año
Elaboración de un taller participativo para dar a	tres talleres a la comunidad.	Gestor ambiental y personal	Uno de cada tres

Objetivo	Informar a los usuarios de la ASADA de San Pedro de Barva sobre la calidad del agua que están recibiendo.		
conocer la calidad del agua.	Talleres a centros educativos en efemérides ambientales: un taller por el día mundial de la conservación del agua. un taller por el día mundial del medio ambiente.	administrativo de la ASADA	meses a la comunidad. dos talleres por año a centros educativos.
Envío de los resultados de los análisis de laboratorio al Ministerio de Salud	dos reportes	Presidente de la ASADA	dos veces al año según reglamento
Publicar información en los medios seleccionados (Facebook) para que los abonados sepan sobre el tema de Control de Calidad del Agua.	dos publicaciones una vez obtenidos los resultados.	Personal administrativo de la ASADA	dos veces al año

Fuente: formato adaptado de Rodríguez, M. Zúñiga, L.2016

3.5 Verificación del PSA.

El plan de seguridad del agua para la ASADA de San Pedro de Barva, es una herramienta de control, y no solo permite acceder al máximo galardón, la Estrella Azul Marino del Programa Sello de Calidad Sanitaria, sino facilita el cumplimiento de la nueva directriz N° 032-S., la cual establece que los acueductos comunales (Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios y los Comités Administradores de Acueductos Rurales) deberán aplicar un Plan de Seguridad del Agua a partir del 1° de enero del 2019 .

Este año la ASADA es galardonada en el Programa Sello de Calidad Sanitaria con seis estrellas para los dos Sistemas del acueducto: "Sector Centro" (el cual abarca todo el sistema de gravedad del distrito), y el "Sector Doña Elena" (Bombeo).

Para que un PSA se mantenga actualizado, debe revisarse como mínimo una vez al año. Puede suceder que alguna situación no se detecte como un peligro grave y demanda atención urgente con la ejecución de las medidas de control y dicho peligro no se elimina, o varía la frecuencia y ahora es un riesgo leve o bajo, por lo cual es necesario se le dé actualización al PSA.

Según Sánchez y González (2017) es importante tener a la mano al momento de la reunión del equipo, la información relevante como: registros de eventos de emergencia, bitácora de operaciones, registro de daños y reparaciones en los componentes del sistema, registro de inconformidades de la población con algún

componente del sistema de tratamiento, distribución, y cualquier documento donde se argumente los temas por tratar.

Para la adecuada verificación y validación del PSA se debe tomar en cuenta las recomendaciones señaladas en la atención de medidas correctivas. Para esto el equipo de PSA debe comprometerse a reunirse al menos dos veces al año en sesiones magistrales, continuar al menos una vez al mes con visitas de campo a las captaciones, de allí hasta los hogares (es decir, abarcar todo el sistema), verificar el funcionamiento óptimo con las matrices y el programa operacional para cada etapa del sistema. El objetivo es realizar una retroalimentación general para así aprender de las experiencias y dejar registro de qué y cómo se mejorará (Sánchez, 2017).

En el anexo 6 se muestra un formato de Acta de reunión del Equipo de PSA, para que la ASADA las utilice como base para recopilar información de las reuniones y sus acuerdos.

3.6 Educación ambiental

La educación ambiental es una de las labores que la ASADA de San Pedro de Barva mantiene como pilar. No solo para cumplir con los requisitos establecidos en el Programa Sello de Calidad Sanitaria para la obtención de estrellas, como, por ejemplo, el establecimiento de programas de educación ambiental a clientes y colaboradores. Sino hace de la educación ambiental, un valor agregado para la comunidad.

Tanto en el 2018, como para el 2019, dentro de los programas ambientales y comunales se puede mencionar: la conmemoración del día mundial de la conservación del agua el 22 de marzo. Se realiza para los estudiantes de primero a tercer grado de la Escuela Joaquín Camacho. Se brinda una a charla a cada grupo. Se le da acompañamiento también al grupo ambiental “Guardianes del Ambiente “, para ello se dan charlas ambientales y apoyo en programas de reforestación.

Se realiza también un mantenimiento semanal de recolección de residuos en basureros de la comunidad, y se avisa por medio de la página de Facebook los horarios de recolección que la municipalidad establece, y finalmente se cuenta con un patrocinio del Programa Bandera Azul Ecológica en conjunto con otros entes de la comunidad. Este patrocinio se da en el segundo semestre del 2018, cuando se lleva a cabo una carrera ejecutada por parte de los compañeros de la Asociación de Desarrollo, Matrix, y los Gimnasios Extreme Force y Samburo.

IV Capítulo. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

En términos generales todos los procesos del sistema tienen peligros con riesgo bajo o nulo, sin embargo, la red de distribución es la etapa a la cual se le debe poner más atención para reducir o eliminar los Puntos Críticos de Control. Esto demuestra la excelente labor realizada por la ASADA y su compromiso en cumplir a cabalidad su cronograma de trabajo establecido en función de brindar un excelente servicio.

En la red de distribución se debe vigilar y eliminar las fugas, tuberías expuestas, problemas de presión, reemplazar las tuberías viejas. Se debe procurar la interrupción del suministro de agua cuando ocurran estos eventos y exista la posibilidad de entrada de contaminantes a la red. La reparación debe ser oportuna para evitar pérdidas considerables de agua.

La educación ambiental es uno de los componentes vitales en la gestión de la ASADA: no solo se comprometen como ente a conservar el recurso hídrico, sino también incentivan a toda la comunidad, desde las escuelas hasta el centro diurno de adultos mayores, para contribuir con la conservación y aprovechamiento del líquido preciado.

Más de un 80% de la población encuestada califica la gestión del acueducto como excelente, esta percepción complace el esfuerzo que se realiza a través de las ASADAS en su administración y el esfuerzo diario efectuado para garantizar el recurso vital de la mejor calidad y favorecer la salud pública. En cuanto a propiedades organolépticas (olor, color, sabor), los abonados están muy satisfechos con la calidad del recurso. El 85 % de los usuarios afirma que el agua llega a sus viviendas limpia, un 84 % afirma el agua no tiene ningún olor y un 91% de la población indica que el agua tiene un sabor “normal”. Estas cifras denotan la excelente percepción de los abonados acerca del recurso en cuanto llega a sus hogares.

Las matrices de riesgos para determinar los Puntos Críticos de Control en conjunto con la aplicación en campo de los formularios de inspección sanitaria del AyA, son instrumentos útiles para conocer la operación y el estado de las fuentes y, de esta manera, monitorear el comportamiento del sistema.

4.2 Recomendaciones

Contar con un PSA no solo le da realce a la excelente labor que realizan (además de cumplir con las posiciones de la legislación vigente), además facilita un puente para integrar a la comunidad en el conocimiento sobre cómo llega el agua a sus hogares y la participación de estos en la conservación del recurso hídrico.

Los abonados recomiendan al aplicar la encuesta de percepción, la contratación de más personal para la atención de fugas y emergencias. Al ser un jefe de campo y tres fontaneros, muchas veces en temporadas altas, sobre todo en invierno, no cuentan con personal suficiente para la atención de ellas, esto genera molestia entre los usuarios por la interrupción del servicio.

Se recomienda también la búsqueda de convenios para capacitar más al personal operativo, especialmente en la búsqueda de cooperación económica para la compra de equipo moderno y si es posible, más tecnológico, y facilitar de esta forma el trabajo de los operarios en la atención de emergencias.

Se propone la creación de una aplicación tecnológica de la ASADA para celular , con el objetivo de incluir la información obtenida en las inspecciones a las diferentes unidades del sistema por el jefe de campo y los fontaneros, como la inclusión de fugas reparadas (tipo bitácora diaria), atención de emergencias, actividades de mantenimiento preventivo en las unidades, en donde puedan, desde su celular, incluir esta información de manera digital, hasta subir fotografías, y esta información pase directo al sistema, como un respaldo en caso de pérdida o daño de bitácoras físicas.

De igual forma se propone la creación de una página web de la ASADA, con contenido digital actualizado, e incluya la historia del acueducto, los miembros que conforman la asociación, el detalle de las unidades que la integran, sistema de pago y fechas de cobro, actividades ambientales y educativas, también un apartado para el reporte de quejas. Si bien en la página de Facebook está toda esta información, a nivel empresarial le da más realce y permite la accesibilidad para los usuarios quienes no tienen redes sociales.

En épocas de sequía se recomienda la aplicación de tecnologías las cuales permitan determinar el porcentaje de agua no contabilizada, evitar fugas en las redes de distribución y rebalses en tanques de almacenamiento del acueducto.

Para la gestión de riesgo se debe generar un plan de emergencias y adaptación al cambio climático que contemple los efectos de desastres y cambio climático en el acueducto y el servicio de abastecimiento. Las medidas generadas en este plan, deben constituir ejes fundamentales en la mitigación de riesgos presentes a futuro.

Es de vital importancia, incentivar en los hogares, comercios e instituciones abonadas, el fomento del aprovechamiento del agua de lluvia cuando entre la temporada lluviosa, para reutilizarla en actividades como llenado de inodoros, riego de jardines, lavado de vehículos y ropa, entre otras.

En la red de distribución se debe vigilar y eliminar las fugas, tuberías expuestas, problemas de presión, reemplazar las tuberías viejas. Se debe procurar la interrupción del suministro de agua cuando ocurran estos eventos y exista la posibilidad de entrada de contaminantes a la red. La reparación de ellas debe ser oportuna para evitar pérdidas considerables de agua.

En los PCC de la red de distribución se debe procurar el cubrimiento de la tubería expuesta para evitar roturas y una potencial contaminación del agua tratada. Es de gran importancia documentar adecuadamente la información sobre daños en tuberías con el fin de tener un registro histórico de estos eventos.

Se recomienda contar con la participación de un gestor ambiental para los procesos de capacitación ambiental en la comunidad, impartición de talleres, búsqueda de alianzas estratégicas con empresas para actividades de responsabilidad socio ambiental, campañas de manejo de residuos, creación de actividades ambientales y culturales, entre otros, así reducir la carga de trabajo de la parte administrativa del acueducto y participar activamente en la aplicación del Plan de Seguridad del Agua.

Se sugiere dar atención prioritaria a la elaboración de mapas los cuales abarquen todo el sistema de distribución de la ASADA, utilizando programas de georreferenciación y Sistemas de Información Geográfica, para cumplir con lo establecido por la OMS en el Manual de Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua, sobre la necesidad de comprobar en campo y digitalizar en dichos sistemas los componentes del acueducto. El tener los mapas actualizados es de vital importancia para determinar las medidas de control y lograr la eficiencia del sistema.

El desarrollo y la aplicación de un PSA mejora la calidad de la prestación de los servicios de agua y saneamiento y, por tanto, el acueducto puede cumplir su finalidad suprema: suministrar agua con las condiciones físico químicas establecidas por ley.

5. Bibliografía

Arce, A. 2015. Propuesta Plan de Seguridad del Agua para el acueducto municipal de Barva, Heredia. Proyecto de Graduación para optar al grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Arce, A; García, J. 2015. Elaboración de los componentes para el Programa Operacional del Plan de Seguridad del Agua (PSA) en el acueducto de la comunidad costera de Jacó, Puntarenas. Proyecto de graduación presentado como requisito para optar al grado de Licenciatura en Biología con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Argueta, M. 2012. Manual Simplificado para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua. Organización Panamericana de la Salud. PP. 1-46.

ASADA de San Pedro de Barva, 2017. Informe Sello de Calidad Sanitaria 2017. Programa Sello de Calidad Sanitaria. Acueductos y Alcantarillados. Heredia, Costa Rica. Páginas 1-82.

ASADA de San Pedro de Barva, 2018. Informe Sello de Calidad Sanitaria 2018. Programa Sello de Calidad Sanitaria. Acueductos y Alcantarillados. Heredia, Costa Rica. Páginas 1-79.

Astorga, Y. 2015. Política de Organización y Fortalecimiento de la Gestión Comunitaria de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Pág. 1-68

Ballestero, M.2013. Agenda del Agua de Costa Rica 2013. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. Pág. 1-78

Banco Mundial, 2018. Entendiendo la pobreza: Agua. Consulta en línea. Fecha de consulta: 21 de agosto del 2018. Disponible en web: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>

Barrantes, L. 2018. Consulta sobre participación del Laboratorio Nacional de Aguas. Coordinador del Programa Sello de Calidad Sanitaria. Comunicación personal. Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Barrantes, Rodrigo. 2007. Investigación, un camino al conocimiento, un enfoque cuantitativo y cualitativo. Segunda edición. San José, C.R. EUNED. 264 pág.

Cámara Costarricense de Hoteles (CCH). 2013. Evolución histórica del programa de Sello de Calidad Sanitaria. Consulta en línea. Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2018. Disponible en web: <http://www.camaradehoteles.com/noticias/evolucion-historica-del-programa-de-sello-de-calidad-sanitaria>

Castro, D; Ulate C. 2016. Planificación del recurso hídrico en ASADAS y el agua como derecho humano. Revista Perspectivas Rurales. Nueva época, Año 14. 91-115.

Chacón, A. 2018. Elaboración de un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza. Trabajo de Graduación sometido para optar por el grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Córdoba, F. 2015. Evaluación de los costos de operación, mantenimiento e inversiones del sistema de acueducto de la Asociación Administradora del Acueducto de San Pedro de Barva, para la propuesta tarifaria por presentar en el periodo 2015 Trabajo Final de Graduación. Licenciatura en Administración de Negocios con énfasis en Finanzas. Universidad Latina. Heredia, Costa Rica.

Fallas, Hernández, C. Martén, E. 2013. Determinación del riesgo de contaminación del agua para consumo humano y los efectos en la salud de la población abastecida por la Asociación Administradora del Sistema de Acueducto y Alcantarillado Comunal (ASADA) de San Gabriel de Aserri, para plantear estrategias para el mejoramiento de la calidad del servicio. Tesis sometida a consideración de la Escuela De Tecnologías de la Salud. Sede Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Fernández, Alicia. 2012. El agua: un recurso esencial. Revista Química Viva - Número 3, año 11.

Gaviria, L. Pino, M. 2016. Evaluación de la gestión de la ASADA de Santiago, Santiago, Paraíso, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico. Vicerrectoría de Investigación del ITCR. Paraíso, Cartago. Pág. 1-46

Gobierno de Paraguay, 2015. Guía Metodológica para la elaboración de Planes de Seguridad del Agua. Publicación de Programa Conjunto Gobernabilidad en Agua y Saneamiento. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Paraguay (PNUD) Asunción, Paraguay. Pág. 1-20

Hernández, S; Collado, C. 2014. Metodología de la Investigación. Sexta edición. Mc Graw Hill Interamericana. 634 pág.

Hernández, A. Ulate, M.2016. Determinación del impacto en la calidad del agua en la parte alta de la microcuenca del río Porrosatí, por vertido de aguas residuales, para la realización de planes y acciones de manejo de recursos hídricos. Trabajo de graduación para optar al grado de Licenciatura en Manejo de Recursos Hídricos. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Herrera, J.2017. Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2017-Uso y estado de los recursos: recurso hídrico. Consulta en línea. Fecha de consulta: 5 de agosto del 2018. Disponible en web: https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/023/Ambientales/Herrera_J_2017a.pdf

Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica (INDER) 2016. Informe de Caracterización Básica Territorio Barva-Santa Bárbara-San Isidro-San Rafael-Santo Domingo-Vara blanca. Consulta en línea. Fecha de consulta: 29 de mayo del 2019. Disponible en web: https://www.inder.go.cr/territorios_inder/region_central/caracterizaciones/Caracterizacion-Barva-Santa-Barbara-San-Isidro-San-Rafael-Santo-Domingo-Vara-blanca.pdf

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). 2015. Manual Informativo: Aspectos básicos para la gestión de las nuevas Juntas Directivas de las ASADAS. Consulta en línea. Fecha de consulta: 2 de agosto del 2018. Disponible en web: <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Aspectos%20B%C3%A1sicos%20de%20las%20ASADAS.pdf>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). 2015. Programa Sello de Calidad Sanitaria. Consulta en línea. Fecha de consulta: 2 de agosto del 2018. Disponible en web: <https://www.aya.go.cr/laboratorio/selloCalidad/Paginas/default.aspx>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). 2017. Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica, 2017-2030. Comisión Interinstitucional. San José, Costa Rica. Pág. 1-84

International Water Association (IWA), 2017. Global status report on water safety plans: A review of proactive risk assessment and risk management practices to ensure the safety of drinking water. Consulta en línea. Fecha de consulta: 25 de enero del 2019. Disponible en web: <http://www.iwa-network.org/wp-content/uploads/2017/06/WHO-FWC-WSH-17.03-eng.pdf>

Lenntech, 2019. Turbidez: Tratamiento y purificación del agua. Consulta en línea. Fecha de consulta: 30 de agosto del 2019. Disponible en web: <https://www.lenntech.es/turbidez.htm>

Llorca, F; Gutiérrez, E. 2016. Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica, 2017-2030. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Pág. 8-84

Madrigal, H; Fonseca, A. 2014. Amenaza de contaminación del agua subterránea en el sector norte del acuífero Barva, Heredia, Costa Rica. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. V, núm. 6, noviembre-diciembre de 2014, pp. 103-118

Molina, D. 2011. Evaluación de la cobertura y calidad de la desinfección en los acueductos comunales de la provincia de Cartago. Trabajo de Graduación para obtener el grado de licenciatura en Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.

Montero, K. 2015. Diagnóstico financiero y propuesta de un plan de inversión financiero de recursos ociosos en la ASADA de San José de la Montaña. Trabajo final de graduación sometido a del Programa de Estudios de Posgrado en Administración y Dirección de Empresas para optar al grado y título de Maestría Profesional en Finanzas. Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.

Mora, D; Portuguez, F.2011. Lo intangible de los Planes de Seguridad del Agua. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Laboratorio Nacional de Aguas. San José, Costa Rica. Pág.1-20

Mora, D; Portuguez, F.2016. Guía para consumo humano y saneamiento y su relación con los indicadores básicos de salud en Costa Rica: Objetivos de desarrollo del milenio y la Agenda para el

2030. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Laboratorio Nacional de Aguas. San José, Costa Rica. P.p. 1-37.

Mora, D; Portuguez, F.2017. Informe Agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2016 - metas al 2022 y 2030. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Laboratorio Nacional de Aguas. San José, Costa Rica. Pág. 1-28.

Municipalidad de Barva, 2014. Plan de Desarrollo Humano local de Barva 2015-2020. Heredia, Costa Rica. Páginas 1-202.

Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2003. El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). Comité de derechos económicos, sociales y culturales. Consulta en línea. Fecha de consulta: 31 de enero del 2019. Disponible en web: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2015. Implementación de mejoras para la calidad del agua y la protección de servicios ecosistémicos. Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC). Consulta en línea. Fecha de consulta: 11 de febrero del 2019. Disponible en web: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/04%20risk_water_quality_esp_web.pdf

Organización Panamericana de la Salud (OPS) ,2012. Manual simplificado para el desarrollo de Planes de Seguridad del Agua. Consulta en línea. Fecha de consulta: 13 de mayo del 2019. Disponible en web: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Manual%20simplificado%20para%20el%20desarrollo%20de%20Planes%20de%20Seguridad%20del%20Agua.pdf>

Organización Panamericana de la Salud (OPS) ,2002. Principios básicos de la desinfección del agua. Consulta en línea. Fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018. Disponible en web: http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep55_56/pribas/pri.html

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2017. Planificación de la salubridad del agua. Consulta en línea. Fecha de consulta: 21 de agosto del 2018. Disponible en web: http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/safety-planning/es/

Plaza, G.1998. Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Quito, Ecuador. Páginas 1-92.

Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales. (octubre de 2016). Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales. San José, San José, Costa Rica.

Rivas, J.2010. El enfoque mixto en los procesos de investigación. Fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018. Disponible en web: <http://biblo.una.edu.ve/documentos/enfoque.pdf>

Rodríguez, M. Zúñiga, L.2016. Plan de Seguridad del Agua para el sistema de abastecimiento de la asada puente tierra, concepción san isidro de Heredia. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en gestión ambiental con énfasis en tecnologías limpias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Sánchez, A. González, W. 2017. Plan de Seguridad del Agua para el Municipio de Tocaima. Trabajo de grado de la Universidad Santo Tomas -Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. Consulta en línea. Fecha de consulta: 13 de mayo del 2019. Disponible en web: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3117/Sanchezangela2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tamaño de la muestra, 2018. Consulta en línea. Fecha de consulta: 11 de octubre del 2018. Disponible en web: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

Torres, J. 2014. AyA inicia Plan de Seguridad del Agua capacitando cinco Asadas. CrHoy.com Diario Digital. Consulta en línea. Fecha de consulta: 12 de diciembre del 2018. Disponible en web: <https://archivo.crhoy.com/aya-inicia-plan-de-seguridad-del-agua-capacitando-cinco-asadas/nacionales/>

Valenciano, K. 2011. Análisis sobre la protección jurídica e institucional del recurso hídrico en Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Derecho. Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica. Sede de Occidente; San Ramón; Costa Rica.

Villa, G. 2012. A propósito de la gestión del agua en el mundo contemporáneo un enfoque impolítico. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales. Revista Análisis Político. Volumen 25, Número 74, p. 109-133.

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2003. Resumen: Agua para todos, agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. París, Francia.

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2009. Tercer Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. El agua en un mundo en constante cambio. París, Francia.

6. Anexos.

6.1 Anexo N°1: Encuesta Percepción Social

Universidad Nacional
Licenciatura en Gestión Ambiental

Proyecto de graduación:

Elaboración de un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de San Pedro de Barva

Objetivo: conocer la percepción de la población abastecida por la ASADA de San Pedro de Barva, Heredia, con respecto al servicio de agua que brinda dicha Asociación.

Le agradecemos la información que nos pueda brindar. Toda la información brindada es de carácter confidencial y con fines académicos.

A. Datos Generales:

1. Sexo: F () M ()

2. Rango de edad: 15-25 () 25-35 () 35-45 () 45-55 () 55-65 ()

3. ¿Conoce de dónde proviene el agua que consume en su vivienda?

Sí No No sabe / No responde

Dónde: _____

4. Tipo de asociado:

Vivienda negocio Institución Otra: _____

B. Conocimiento sobre calidad del servicio que brinda la ASADA:

5. ¿Conoce el sistema de abastecimiento de agua de la ASADA de San Pedro de Barva?

Sí No No sabe / No responde

6. ¿Se ha interrumpido el servicio de agua durante los últimos 6 meses?

Sí No No sabe / No responde

7. ¿La ASADA San Pedro de Barva le avisa antes de suspender el servicio?

Sí No No sabe No responde

8. ¿Por cuál medio se le informa sobre la suspensión del servicio?

Redes sociales perifoneo iglesia correo Otro: _____

9. ¿Cómo califica usted el servicio de la ASADA?

Deficiente/ Malo Regular Bueno Excelente

C. Propiedades organolépticas del agua:

10. ¿Considera usted que el agua que llega a su vivienda se ve turbia?

Sí No No sabe / No responde

Especifique: _____

11. ¿Considera usted que el agua que llega a su vivienda tiene algún olor?

Sí No No sabe / No responde

Especifique: _____

12. ¿Considera usted que el agua que llega a su vivienda tiene sabor “normal”?

Sí No No sabe / No responde

Especifique: _____

D. Calidad del agua para consumo:

13. ¿Cómo cataloga usted la calidad del agua que consume en su vivienda?

Mala Regular Buena Muy Buena No sabe / No responde

14. ¿En cuál época del año es la que tiene más problema con el servicio de agua?

Seca Lluviosa Transición No sabe No responde

E. Percepción por parte de la comunidad

15. ¿Cuáles son los principales problemas que considera que tiene el servicio que le brinda la ASADA?

_a_____

_b_____

-c_____

16. ¿Cuáles considera usted que son posibles mejoras que la ASADA podría implementar en el corto y largo plazo?

_a_____

_b_____

-c_____

Fuente: Rodríguez, M. Zúñiga, L.2016

6.2 Anexo N° 2: Matriz de Riesgo a aplicar.

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)		
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)		
Clasificación del Riesgo		

Fuente: Gaviria, 2016

- Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)
- Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada

Número de Respuestas “Sí”	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	
1 - 2	Riesgo Bajo	
3 - 4	Riesgo Intermedio	
5 - 7	Riesgo Alto	
8 - 10	Riesgo Muy Alto	

Identificación de Riesgos en Tanques de Almacenamiento		
¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?	Si	No
¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no Sanitarias?		
¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		
¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		
¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		
¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		
¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		
¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		
¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)		
Clasificación del Riesgo		

Fuente: Gaviria, 2016

- Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)
- Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada

Número de Respuestas “Sí”	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	
1 - 2	Riesgo Bajo	
3 - 4	Riesgo Intermedio	
5 - 7	Riesgo Alto	
8 - 10	Riesgo Muy Alto	

Identificación de Riesgos en tubería de conducción y distribución		
¿Existen fugas visibles en la línea de conducción o distribución?	Si	No
¿Se observan tanques quiebra gradientes con tapas inadecuadamente contruidos, con grietas en las paredes y/o sin sistema seguro de cierre?		
¿Se observa tubería expuesta de PVC o con huecos en lugar de válvulas?		
¿El trayecto de la línea de conducción es a través de zonas agrícolas, porquerizas, lecherías, tenerías o industrias?		
¿Existen pasos de tubería elevados en mal estado o de PVC sin protección?		
¿Carece de cloro residual en algún tramo de la línea de distribución?		
¿Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua?		
¿El acueducto carece de un sistema para purgar la tubería de distribución?		
¿Carecen de fontanero o encargado del mantenimiento de las líneas de conducción y las redes?		
¿Carece la administración de plano del acueducto?		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)		
Clasificación del Riesgo		

Fuente: Gaviria, 2016

- Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)
- Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada

Número de Respuestas “Sí”	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	
1 - 2	Riesgo Bajo	
3 - 4	Riesgo Intermedio	
5 - 7	Riesgo Alto	
8 - 10	Riesgo Muy Alto	

6.3 Anexo N ° 3: Clasificación de Riesgos SERSA del Anexo 5 para el Reglamento de la calidad del Agua Potable, Decreto N 38924-S

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

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.

Por cada respuesta "SI" en cualquiera de las fichas, determine la clasificación del riesgo y proceda con las acciones según se indique. Número de respuestas "SI"	Clasificación de riesgo	Código de colores	Acciones para disminuir los factores de riesgo
0	Nulo	AZUL	---
1-2	Bajo	CELESTE	Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.
3-4	Intermedio	VERDE	Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.
5-7	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.
8-10	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.

- CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

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 Regional y Nivel Central además del AyA, en caso necesario.

Los SI son factores de riesgo. Número de respuestas "SI"	Clasificación de riesgo	Código de colores	Acciones para disminuir los factores de riesgo
0	Nulo	AZUL	---
1-2	Bajo	CELESTE	Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
3-4	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.
5-7	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.
8-10	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.

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

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 Regional y Nivel Central además del AyA, en caso necesario.

Los SI son factores de riesgo. Número de respuestas "SI"	Clasificación de riesgo	Código de colores	Acciones para disminuir los factores de riesgo
0	Nulo	AZUL	---
1-2	Bajo	CELESTE	Solicitar plan de acción al operador para corregir situación con urgencia. Plazo 5 días hábiles.
3-4	Intermedio	VERDE	Emitir orden sanitaria al operador para corregir los factores de riesgo detectados en un plazo de 5 días hábiles.
5-7	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.
8-10	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.

6.4 Anexo n° 4: Matrices de Identificación de riesgos de las estructuras de la ASADA

a) Nacientes.

1. Naciente El Bosque.

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	x	
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		x
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		x
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		x
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		x
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		x
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)	x	
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	2	
Clasificación del Riesgo	BAJO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

2. Naciente: El Centro

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	x	
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		x
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro		x

(candado, tornillo u otro)?		
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		x
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		x
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	x	
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		x
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	2	
Clasificación del Riesgo		BAJO

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

3. Naciente: Segura.

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	x	
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		x
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?	x	
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		x
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		x
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		x
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		x
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	2	

Clasificación del Riesgo	BAJO
---------------------------------	-------------

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

4. Naciente: Naranjo.

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	x	
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		x
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		x
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		x
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		x
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	x	
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		x
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	2	
Clasificación del Riesgo	BAJO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

5. Naciente: Steinvorth.

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	x	
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		x

¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		x
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		x
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		x
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		x
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		x
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	1	
Clasificación del Riesgo		BAJO

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

6. Naciente: Piedra (“La Máquina”)

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	x	
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		x
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		x
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		x
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		x
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		x
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		x
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		x

TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	1	
Clasificación del Riesgo	BAJO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

7. Naciente: Geovany´s

Identificación de Riesgos en las Nacientes		
	Si	No
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	x	
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación)		x
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?	x	
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		x
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		x
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		x
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		x
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	2	
Clasificación del Riesgo	BAJO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

b) Líneas de conducción.

Identificación de Riesgos en tubería de conducción y distribución		
	Si	No
¿Existen fugas visibles en la línea de conducción o distribución?	x	

¿Se observan tanques quebra gradientes con tapas inadecuadamente contruidos, con grietas en las paredes y/o sin sistema seguro de cierre?		x
¿Se observa tubería expuesta de PVC o con huecos en lugar de válvulas?		x
¿El trayecto de la línea de conducción es a través de zonas agrícolas, porquerizas, lecherías, tenerías o industrias?	x	
¿Existen pasos de tubería elevados en mal estado o de PVC sin protección?	x	
¿Carece de cloro residual en algún tramo de la línea de distribución?		x
¿Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua?		x
¿El acueducto carece de un sistema para purgar la tubería de distribución?		x
¿Carecen de fontanero o encargado del mantenimiento de las líneas de conducción y las redes?		x
¿Carece la administración de plano del acueducto?		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	3	
Clasificación del Riesgo	INTERMEDIO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

c) Tanques de Almacenamiento

1. Tanque Amada

Identificación de Riesgos en Tanques de Almacenamiento		
	Si	No
¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		x
¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no Sanitarias?		x
¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		x
¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		x
¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		x
¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		x
¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		x
¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		x
¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x

¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	0	
Clasificación del Riesgo	NULO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

2. Tanque Vega

Identificación de Riesgos en Tanques de Almacenamiento		
	Si	No
¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		x
¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no Sanitarias?		x
¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		x
¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		x
¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		x
¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		x
¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		x
¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		x
¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	0	
Clasificación del Riesgo	NULO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

3. Tanque Bosque

Identificación de Riesgos en Tanques de Almacenamiento		
	Si	No
¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		x
¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no Sanitarias?		x
¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura		x

externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		
¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		x
¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		x
¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		x
¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		x
¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		x
¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	0	
Clasificación del Riesgo		NULO

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

4. Tanque Quebra Gradiente

Identificación de Riesgos en Tanques de Almacenamiento		
	Si	No
¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		x
¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no Sanitarias?		x
¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		x
¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		x
¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		x
¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		x
¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		x
¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		x
¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	0	

Clasificación del Riesgo	NULO
---------------------------------	-------------

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

5. Tanque San Pedro

Identificación de Riesgos en Tanques de Almacenamiento		
	Si	No
¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		x
¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no Sanitarias?		x
¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		x
¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		x
¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		x
¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		x
¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		x
¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		x
¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		x
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	0	
Clasificación del Riesgo	NULO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

d) Pozos

1. Pozo Santa Elena.

Identificación de Factores de Riesgo del Pozo		
	Sí	No
¿Carece el pozo de un canal de desagüe?		x
¿Carece el pozo de una malla de protección?		x

¿Carece el pozo de un piso de concreto que lo rodee?		x
¿Existen letrinas o tanque séptico a menos de 30 m. de distancia del pozo?		x
¿Está la letrina o tanque séptico más cercanos en un nivel más alto que el pozo?		x
¿Existen otras fuentes de contaminación alrededor o arriba del pozo (excretas de animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)?		x
¿Hay estancamientos de aguas sobre la losa o en los alrededores del pozo?		x
¿Está el pozo excavado expuesto a la contaminación ambiental?		x
¿Están los alrededores del pozo enmontados?		x
Si existe bomba, ¿está floja en la unión a su base?		x
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	0	
Clasificación del Riesgo	NULO	

Fuente: adaptación de Guías de Inspección SERSA, 2019

6.5 Anexo n° 5: Formularios de Inspección Sanitaria

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FPT-301A
Versión: 1 Folio # _____	– INFORMACIÓN GENERAL DEL ACUEDUCTO –	

I) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del Acueducto

Región Fecha:

Provincia Cantón	Distrito				
Acueducto administrado por:					
AyA	<input type="checkbox"/>	ASADA	<input type="checkbox"/>	Municipalidad	<input type="checkbox"/> Otro indicar

Nombre administrador o encargado del acueducto:

Teléfono Correo electrónico

Nombre del fontanero del acueducto:	Teléfono				
Cuentan con convenio con AyA:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	

Cuenta con un plan anual de operación y mantenimiento de las estructuras:

Caudal captado (L/s):

El acueducto está formado por	sistemas (Se debe indicar el N° de sistemas que forman el acueducto)				
El acueducto cuenta con desinfección:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Está operando	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Indique el tipo de desinfección utilizado para cada uno de los sistemas:					
Sistema 1 Sistema 2	Sistema 3 Sistema 4				
Existen áreas de protección:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	
Existen campañas de reforestación:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	

El acueducto participa en alguno de los Programas del LNA? SI	<input type="checkbox"/> NO
Observaciones:	<input type="checkbox"/> CUAL

Fecha de inspección:

Firma de la persona que acompañó

en la inspección:

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-300A
Versión: 1 Folio # _____	NACIENTE	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

- | | |
|--|------------|
| | Riesg
o |
| 1. (*) ¿Carece la naciente de cerca de protección perimetral que la proteja del acceso de personas y animales o está defectuosa? | S / N |
| 2. ¿Carece la naciente de caja de captación que la proteja de la contaminación ambiental? | S / N |
| 3. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y sin sistema seguro de cierre? | S / N |
| 4. ¿Presentan grietas las paredes o la losa superior de la captación? | S / N |
| 5. ¿Carece la losa superior de pendiente para que no se empoce el agua? | S / N |
| 6. ¿Carece la captación de un sistema para desviar el agua de escorrentía? | S / N |
| 7. (*) ¿Se encuentran dentro de la captación plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas, animales? | S / N |
| 8. (*) ¿Carece de rejilla en las tuberías de rebalse y limpieza? | S / N |
| 9. (*) ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación, tales como letrinas, animales, viviendas, basura, calles públicas, a menos de 20 m? | S / N |
| 10. (*) ¿Se encuentra la naciente ubicada: aguas abajo de zonas de actividad agrícola o industrial, en zonas volcánicas o está el sitio deforestado? | S / N |

Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):

Nombre del acueducto: _____

Nombre de la naciente: _____

Dirección de la naciente (coordenadas): _____

Se clora en la naciente:

Sí: No:

El agua va para: _____

Tipo de captación:

Drenaje: Caja: Mixta: Visible:

Características de la naciente:

Hay caja de reunión:

Sí: No:

Caudal (l/s): _____

Acceso:

Bueno: Regular: Malo:

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

(*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones: _____

Fecha de inspección: _____ Firma de la persona que acompañó
en la inspección: _____

9. (*) ¿Está la tubería de la cachera de bombeo herrumbrada o rota (con fugas)?

S / N

10. ¿Está el pozo en una zona de inundación?

S / N

Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):

(*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

Firma de la persona que

Fecha de inspección:

acompañó en la inspección:

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-301A
Versión: 1 Folio # _____	TOMA SUPERFICIAL	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: _____

Nombre de la toma: _____

Dirección (coordenadas): _____

El agua va para: _____ Se clora en la toma: Sí: No:

Caudal captado (l/s): _____ Acceso: Bueno: Regular: Malo:

Tipo de toma:
 Presa: Toma lateral: Otro: especifique: _____

Frecuencia de limpieza: Mensual: Bimensual: Trimestral:
 Semestral: Anual: Otra:

Especifique: _____

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesg o
1. ¿Está la toma de agua fuera de un área protegida o zona de conservación?	S / N
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?	S / N
3. ¿Carece la toma de cerca de protección que restrinja el acceso de personas, o ésta está defectuosa, o de rotulación de información y/o prevención.	S / N
4. ¿Se encuentra la toma ubicada aguas abajo de zonas de actividad agrícola o industrial?	S / N
5. (*) ¿Existe alguna fuente de contaminación en los alrededores de la toma de agua, tales como letrinas, animales, viviendas, basura, calles públicas, etc., a menos de 20 m?	S / N
6. (*) ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, etc.) obstruyendo la rejilla de la toma de agua?	S / N
7. (*) ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma de agua?	S / N
8. ¿Carece el sistema de un desarenador después de la toma de agua?	S / N

9. ¿Está la obra de toma en mal estado de conservación y mantenimiento? S / N
10. ¿Carece la tubería de salida, de rejilla que no permita el paso de material contaminante? S / N
- Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):

(*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

Fecha de
inspección:

Firma de la persona que
acompañó en la inspección:

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-302A
Versión: 1 Folio # _____	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: _____

Nombre del tanque: _____

Dirección del tanque (coordenadas): _____

El agua viene de: _____ El agua va para: _____

Se clora el tanque: Sí: No: Volumen del tanque (m³): _____

Tipo de tanque: Elevado: A nivel: Enterrado: Semienterrado:

Tipo de material: Concreto: Metálico:
 Plástico:

Estado general del tanque: Bueno: Regular: Malo:

Estado de la pintura: Buena: Regular: Mala: No tiene:

Frecuencia de limpieza: Mensual: Bimensual: Trimestral: Semestral: Anual:
 Otra (especifique): _____

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesg o
1. (*) ¿Están las paredes agrietadas (concreto, mampostería, plástico) o herrumbradas (metálico)?	S / N
2. (*) ¿La tapa de inspección está construida en forma inadecuada y/o sin sistema seguro de cierre?	S / N
3. (*) ¿La acera alrededor del tanque es de menos de 0,80 m de ancho o inexistente?	S / N
4. ¿La losa superior o techo está en malas condiciones de impermeabilidad?	S / N
5. ¿El nivel del agua en el tanque es menos de ¼ del volumen total o están las escaleras internas herrumbradas?	S / N
6. (*) ¿Existe plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas y animales dentro del tanque?	S / N
7. (*) ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección perimetral alrededor del tanque?	S / N
8. (*) ¿Está el lote donde se ubica el tanque, sucio o enmontado?	S / N

9. (*) ¿Existen focos de contaminación a menos de 20 m del tanque, tales como: letrinas, S / N
animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial?

10. (*) ¿Carece el tanque de rejilla de protección en respiraderos y tubería de rebose? S / N

Total de fallas (GRADO TOTAL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA):

(*) De existir dos o más opciones de riesgo enunciados en la pregunta, encerrar en un círculo el o los riesgos identificados.

Observaciones:

Firma de la persona que

Fecha de inspección:

acompañó en la inspección:

6.6 Anexo 6: Acta de reunión del Equipo de PSA

ASADA de San Pedro de Barva

ASADA de San Pedro de Barva	
Fecha	
Participantes	Firma de los participantes
Objetivo de la reunión	
Verificación de los cumplimientos adquiridos de la reunión anterior	
Temas tratados	
Desarrollo de temas	
Compromisos pactados	
Responsables	
Fecha de la próxima reunión	

Fuente: adaptado de Sánchez, 2017