

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON ÉNFASIS EN TECNOLOGÍAS
LIMPIAS

Elaboración de un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza

Trabajo de Graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional para optar por el grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias.

Ana Gabriela Chacón Herrera

Heredia, Costa Rica

Mayo, 2018

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, para optar por el grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

M.Sc. Tomás Marino Herrera

Decano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar (o su representante)

Igor Zúñiga Garita

Representante de Dirección Escuela de
Ciencias Ambientales

Ligia Dina Solís Torres

Tutora

Dr. Darner Mora Alvarado

Lector

Lic. Luis Carlos Barrantes Segura M.Sc.

Lector

Ana Gabriela Chacón Herrera

Postulante

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se traza como objetivo para formular un Plan de Seguridad del Agua para la Asociación Administradora del Sistema de Acueducto y Alcantarillado Sanitario (ASADA) Rincón de Zaragoza, de modo que se promueva el mejoramiento en la gestión del recurso hídrico. Además de optar por el galardón de Estrella Azul Marino dentro del Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS) del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), del cual es participante.

Debido a la amenaza de contaminación de fuentes de agua en este sector por actividades agrícolas, carencia de Plan Regulador, falta de planificación de gestión de la ASADA (lo que podría generar un rezago a la vida útil del sistema), crecimiento de la población, falta de involucramiento de la comunidad en el uso intradomiciliario, riesgo de interrupción de la seguridad en los tanques de almacenamiento, posibilidad de conexiones ilícitas y la alta demanda de recursos en la zona, se considera necesario un Plan de Seguridad del Agua (PSA) para trabajar por una gestión integrada del recurso hídrico.

Se identifican los peligros y riesgos a los cuales se expone el sistema del acueducto y se proponen medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos negativos que podrían generarse. Se muestran las principales oportunidades de mejora de la ASADA, conclusiones y recomendaciones en cuanto a la elaboración de un PSA en términos generales y específicos para este proyecto.

CONCEPTOS CLAVES: gestión, participación comunitaria, protección del recurso hídrico, Programa Sello de Calidad Sanitaria, Plan de Seguridad del Agua.

DEDICATORIA

A mi Dios quien nunca me abandona, a mi familia que es mi mayor tesoro y a todos mis compañeros que continúan en la lucha de culminar su licenciatura. ¡Sí se puede, ánimo!

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias infinitas a Dios quien es fiel siempre, a mi familia que me ama, cree en mí y me apoya incondicionalmente, a los funcionarios de la ASADA Rincón de Zaragoza, pues me ayudaron como si fuera parte de su equipo, a mis compañeros de trabajo quienes me dieron ánimo cada vez que podían, a mi tutora por su cariño y paciencia, a mis lectores por su disposición, a los profesores Igor y María, pues realmente tienen vocación para la enseñanza y a mi colega Jeimmy, una gran amiga y sé que la veré triunfar en grande.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	6
2. Justificación	7
3. Antecedentes	9
4. Objetivos	11
4.1. Objetivo General	11
4.2. Objetivos Específicos	11
5. Marco Teórico	12
5.1. Protección del recurso hídrico	12
5.2. Cambio climático y el agua	12
5.3. Aspectos legales relacionados con el recurso hídrico	14
5.4. Panorama en Costa Rica sobre el recurso hídrico	16
5.5. Gestión de ASADAS en Costa Rica	17
5.6. Aspectos básicos para la sostenibilidad de una ASADA.	20
5.7. Identificación de amenazas antrópicas y naturales	22
5.8. Programa Sello de Calidad Sanitaria, como mecanismo de tecnología limpia para proteger las fuentes de agua.	23
5.9. Parámetros obligatorios de evaluación	25
5.10. Parámetros complementarios de evaluación:	25
5.11. Planes de Seguridad del Agua (PSA)	27
5.12. Objetivos del Plan de Seguridad del Agua	28
5.13. Componentes de un PSA según la OMS	29
5.14. Implementación del PSA	30
5.15. Información útil que la OMS (2006) sugiere para evaluar un sistema de abastecimiento de agua de consumo	30
5.16. Utilidad de la desinfección.	33
5.17. Variables controlables en la desinfección.	33
5.18. Formas de desinfección reconocidas por la OPS/OMS (2002).	33
5.19. Características deseables en un desinfectante de agua.	35
6. Alcance	37

7. Metodología	37
7.1. Tipo de investigación y enfoque	38
7.2. Criterio de selección del objeto de estudio	38
Fase 1. Levantamiento de información	38
Fase 2. Elaboración de diagnóstico	41
Fase 3. Elaboración del Plan de Seguridad del Agua	43
Fase 4: Elaboración de una lista de chequeo para evaluar el PSA.	43
Fase 5: Elaboración de conclusiones y recomendaciones.	44
8. Propuesta de capítulos	44
9. Resultados	44
10. Diagnóstico:	44
10.1. Información general de la ASADA:	45
10.2. Descripción del sistema de acueducto la ASADA Rincón	45
10.3. Identificación de Peligros por cada componente del sistema	47
10.4. Tratamiento (desarenado, sedimentación, filtración, cloración)	48
10.5. Aplicación de encuesta	54
11. Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza, Palmares.	66
12. Identificación de peligros del sistema de la ASADA Rincón y valoración cuantitativa y cualitativa del riesgo.	67
13. Conclusiones y recomendaciones	91
14. Bibliografía	94
15. Anexos	98
15.1. Anexo 1. Encuesta para evaluar los aspectos de los 4 componentes de los servicios de agua potable	98
15.2. Anexo 2. Instrumento aplicado a hogares sobre manejo intradomiciliar del agua y aspectos ambientales.	102
15.3. Anexo 3. Formulario de Inspección Sanitaria	107
15.4. Anexo 4: Variables para evaluar los riesgos del sistema de abastecimiento de agua de la ASADA.	123

Índice de cuadros

Cuadro 1: Parámetros complementarios de evaluación del PSCS	26
Cuadro 2. Equipo de Plan de Seguridad del Agua de la ASADA Rincón de Zaragoza.....	67
Cuadro 3: Identificación de peligros y valoración cuantitativa y cualitativa de riesgos de la ASADA Rincón de Zaragoza.....	71
Cuadro 4: Matriz Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza.	78
Cuadro 5. Lista de Chequeo para evaluar el Plan de Seguridad del Agua de la ASADA Rincón de Zaragoza.....	88

Índice de figuras

Figura 1: Metodología de PSA.....	37
Figura 2. Calculadora de Muestras.....	40
Figura 3. Croquis Sistema Calle Céspedes, Calle Vásquez, Alto Vásquez y Calle Jiménez.	52
Figura 4. Croquis Sistema Plantel Central	53
Figura 5. Croquis Sistema Sector Quebradas.....	54

Índice de fotografías

Fotografía 1. Tubería de conducción.....	48
Fotografía 2. Río Quebradas.	48
Fotografía 3. Sistema de tratamiento.....	49
Fotografía 4. Sistema de cloración.....	49
Fotografía 5. Aforo sistema de cloración	49
Fotografía 6. Tanques de almacenamiento.....	50
Fotografía 7. Instalaciones Centrales	51

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Conocimiento de consumo de agua.....	55
Gráfico 2: Percepción de cantidad de agua recibida.	56
Gráfico 3: Cantidad de cortes o interrupciones del servicio de agua.	57
Gráfico 4: Percepción de la calidad del agua recibida.	57
Gráfico 5. Alteraciones identificadas en el agua.	58
Gráfico 6: Almacenamiento adicional de agua.	59
Gráfico 7: Mantenimiento a tuberías.....	60
Gráfico 8: Medidas utilizadas para ahorrar agua.....	61

1. Introducción

El crecimiento demográfico de las últimas décadas, la migración de personas de áreas rurales a los centros de población y entrada de inmigrantes al país, origina que se aceleren y magnifiquen actividades y procesos industriales de producción y deforestación. Esto ocasiona un impacto evidente e inevitable sobre los recursos naturales para poder satisfacer las necesidades básicas de alimentación, vestido y vivienda requeridas. Por lo anterior, solamente a través de estrategias conjuntas y bien planificadas, se puede mitigar al menos en parte, los aspectos adversos.

Proteger y conservar de manera integral los sistemas de abastecimiento de agua desde las zonas de recarga, tomas de agua o captación, tanques y redes de distribución, provoca un impacto positivo que repercute de manera importante en el medio ambiente, la salud pública y por ende en la calidad de vida de la población (LNA, 2016).

Es importante recordar que en Costa Rica, el abastecimiento de agua para consumo humano se opera por diferentes entes, quienes administran este recurso. A saber: Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y algunas Municipalidades. No obstante, existe una gran heterogeneidad en cuanto a la gestión que realiza cada uno de ellos. Ello deja de manifiesto que las condiciones en las cuales se encuentran sus sistemas de abastecimiento, es diferente. Esto implica que algunos acueductos cumplen con todas las disposiciones establecidas en la legislación pertinente y las políticas gubernamentales, pero otros presentan condiciones que constituyen un alto riesgo de contaminación para la población y por ende un problema a la Salud Pública (AyA, 2014).

Por lo anterior, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) con fundamento en sus potestades rectoras en el suministro de agua potable y disposición adecuada de excretas, indicados en su Ley Constitutiva N°2726, aprueba mediante acuerdo de Junta Directiva de AyA AN-2002-150 el 22 de abril del 2002, la creación del Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS), cuyo propósito es incentivar a los entes operadores de acueductos, para que suministren agua de calidad potable, en forma sostenible y en armonía con el ambiente.

El objetivo general del Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS) es establecer un incentivo para los entes operadores de acueductos, para que estos desarrollen una herramienta para el mejoramiento de la gestión del recurso hídrico y se preocupen por mantener y mejorar integralmente las condiciones de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua, lo que permite abastecer con agua de la mejor calidad a la población que sirven (AyA, 2015).

La participación dentro del PSCS, se evalúa de manera anual y al final del proceso se conceden galardones. En este caso una bandera celeste, con estrellas, según esa evaluación anual.

Con el presente proyecto, se pretende apoyar a la ASADA Rincón de Zaragoza de Palmares, a través de la elaboración de un Plan de Seguridad del Agua (PSA), que permita controlar la calidad del agua por medio de la protección de las fuentes, el control de los procesos de tratamiento, la gestión de la distribución y el manejo a nivel intradomiciliario. Además, contribuir con la obtención del galardón Estrella Azul Marino del Programa Sello de Calidad Sanitaria.

2. Justificación

El agua salubre y fácilmente accesible es importante para la salud pública, ya sea que se utilice para beber, uso doméstico, producir alimentos o fines recreativos. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza (OMS, 2006).

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoce explícitamente el derecho humano al abastecimiento de agua y al saneamiento. Todas las personas tienen derecho a disponer de forma continuada de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico (OMS, 2016).

Durante un estudio en el 2010, se afirma que treinta de cada cien usuarios de los acueductos rurales administrados por ASADAS, están expuestos a padecer enfermedades al consumir agua contaminada. Asimismo, los estudios revelan que, según datos del 2009, el porcentaje de potabilidad dentro de estos acueductos es del 69%. Eso deja ver una deficiencia en el mantenimiento y operación de estos sistemas de abastecimiento de agua, aunado a la falta

de capacitación y asesoría por parte del AyA, contribuyen a que el problema sea más preocupante (Mata, 2010).

La Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados (SGSD), determina la vulnerabilidad de las ASADAS, de acuerdo con su ubicación geográfica, amenazas naturales y antrópicas, contexto, entre otros. Las deficiencias en la administración del agua, tanto nacional, como local, afectan el estado de las aguas subterráneas y superficiales. Asimismo, la calidad del agua suministrada por los sistemas de abastecimiento se encuentra en una creciente vulnerabilidad, debido a la falta de recursos e inspecciones sanitarias periódicas, que permiten evaluar el estado de los sistemas, lo cual podría evitar riesgos o deficiencias en la captación, almacenamiento y en general el suministro de agua.

Debido a las situaciones anteriores, surge la necesidad de buscar el fortalecimiento de los sistemas de suministro de agua de Costa Rica. Como parte de la investigación, se analiza la ASADA Rincón de Zaragoza en Palmares.

La ASADA cuenta en la actualidad con ciento sesenta y dos afiliados. Abastece de agua potable a una población de ocho mil beneficiarios, mediante la instalación de mil novecientos servicios de agua.

En esta zona las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, ambas grandes demandantes del uso del recurso hídrico para los diferentes procesos involucrados. Cabe destacar que el cantón de Palmares tiene una red fluvial dispersa y baja (CNE, 2003).

Los hechos anteriores demuestran la vulnerabilidad que pueden presentar los sistemas de acueductos del país, además la necesidad inherente de establecer planes de seguridad que permitan a las administraciones de acueductos rurales tener las herramientas básicas para fortalecerse y asegurar un servicio de suministro de agua de manera integrada y de calidad.

El Programa Sello de Calidad Sanitaria del AyA es una oportunidad, se brinda a las asociaciones de acueductos para retarlos a implementar medidas, con el fin de permitir mejorar la calidad del agua y la calidad del servicio. Este proceso contribuye por medio de las inspecciones sanitarias y la evaluación del riesgo, que el agua suministrada sea apta para el consumo humano. En el presente caso, el Acueducto de Rincón mantiene el programa, con lo cual se puede establecer mejoras y medidas para fortalecer el programa en la ASADA e involucrar más a la población beneficiada.

De igual forma, el PSCS da apertura a la incursión en tecnologías limpias, se entienden como soluciones e incluyen productos, servicios y procesos que reducen o eliminan el impacto ambiental de la tecnología disponible actualmente, a través del incremento en la eficiencia y eficacia en el uso de recursos, mejoras en el desempeño y reducción de residuos. Entre ellas, la prevención y reducción de riesgos en los procesos de producción de cualquier empresa, servicio o producto de una entidad.

La importancia de este proyecto radica en lo siguiente: por medio de elaborar un PSA y el fomento de la promoción para implementar tecnologías limpias, se llegue a garantizar y fortalecer el servicio de abastecimiento de agua a los usuarios de la ASADA de Rincón, que sea de calidad potable y sostenible en el tiempo. Lo anterior, de cara al déficit de abastecimiento que enfrenta Costa Rica, cuya afectación va en aumento desde el año 2015 y además, al tomar en consideración los casos por contaminación a las fuentes de agua.

3. Antecedentes

El Distrito de Zaragoza se localiza a 1,5 Km del centro de Palmares e incluye los poblados de Barrio Los Ángeles, Calle Marotos, Concepción, Calle La Unión, Calle A Candelaria, Cocaleca, Quebradas, Rincón de Zaragoza, Calle Vargas y Calle Vásquez. Entre las principales actividades económicas de esta zona destacan la agrícola (cultivo de café y tabaco, entre otros) y la ganadera.

De acuerdo con el Mapa de Amenazas Naturales de la Comisión Nacional de Prevención del Riesgo y Atención de Emergencias (CNE, 2003), para el cantón de Palmares, posee una red fluvial muy dispersa y muy baja, ella cuenta con un grupo de ríos y quebradas, las cuales se pueden considerar el punto focal de las amenazas hidrometeorológicas del cantón, dicha red de drenaje se compone principalmente por:

- Quebrada Azul
- Quebrada Calabazo
- Quebrada Mora
- Río Grande
- Quebrada Grande
- Quebrada López

De estos ríos y quebradas algunas, disminuyen su período de recurrencia de inundaciones y avalanchas, por causa de la ocupación de las planicies de inundación y el desarrollo urbano en forma desordenada, sin ninguna planificación y al margen de las leyes que regulan el desarrollo urbano y forestal.

A lo anterior se suma el lanzamiento de desechos sólidos a los cauces. Esto reduce la capacidad de la sección hidráulica y por consiguiente el desbordamiento de ríos y quebradas. Situación generada por los serios problemas de construcción de viviendas cercanas a los ríos en el cantón de Palmares (CNE, 2003).

Las zonas o barrios que se podrían ver afectados y con riesgo por las inundaciones o avalanchas generadas por los ríos y quebradas en mención se citan enseguida:

- Quebrada Azul: El INVU, Palmares Centro
- Quebrada Calabazo: Palmares Centro
- Quebrada Mora: Quebradas

En agosto del año 2004, se constituye jurídicamente la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado Sanitario (ASADA) de Rincón en Palmares, con el objetivo de que los vecinos del Rincón de Zaragoza administren, operen y den mantenimiento al acueducto de su comunidad. Actualmente la junta administrativa se conforma por siete miembros, quienes se reúnen cada 15 días con el fin de tomar decisiones dirigidas al cumplimiento de los objetivos de la Asociación, respecto del acueducto de la comunidad. El acueducto abastece de agua potable a una población con alrededor de ocho mil beneficiarios. Para ello se instalan más de mil cuatrocientas ochenta previstas, distribuidas en los diferentes sectores del Rincón de Zaragoza.

La visión de la ASADA en la comunidad, es brindar un servicio de agua potable a todos sus usuarios en forma eficiente, eficaz, igualitaria y de calidad. Se esfuerza por ofrecer un mejor servicio al cliente y para promoverlo cuenta con un sistema informático de facturación para el cobro del agua, sistemas de tratamiento y desinfección del agua de forma permanente, servicio preventivo y correctivo de la red de distribución, educación ambiental a escuelas, servicio de fontanería durante toda la semana y atención al público.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Elaborar un Plan de Seguridad del Agua a la ASADA Rincón de Zaragoza para mejorar su Gestión del Recurso Hídrico y promover crecimiento dentro del Programa Sello de Calidad Sanitaria.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la ASADA Rincón, de acuerdo con los parámetros establecidos en el PSCS.
- Elaborar un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA para mejorar la gestión del recurso hídrico y cumplir con el requisito del PSCS para obtener el galardón Estrella Azul Marino.
- Confección de una lista de chequeo para evaluar el Plan de Seguridad del Agua.

5. Marco Teórico

5.1. Protección del recurso hídrico

El artículo 50 de la Constitución Política establece el derecho de todo ciudadano a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (Constitución Política de Costa Rica, 1949). El agua es indispensable para la vida y desde ese punto de vista el acceso al recurso su protección y aseguramiento (cantidad, calidad, acceso, distribución), son vitales para poder cumplirle este derecho a las presentes y futuras generaciones. Desde el punto de vista jurídico, resulta necesario aplicar el principio precautorio. Este indica que las actividades humanas de impacto ambiental, solo pueden ser autorizadas cuando haya certeza científica de que no exista riesgo o amenaza de daño permanente e irreversible al ambiente. En ese sentido, si existe duda sobre el impacto que pueda generar determinada actividad, el Estado debe abstenerse de autorizarla (SENARA, 2013).

En Costa Rica se cuenta también con legislación específica sobre el recurso hídrico, la cual será citada más adelante.

5.2. Cambio climático y el agua

El efecto invernadero es un fenómeno natural, permite el desarrollo de la vida en el planeta, su causa es la presencia de gases en la atmósfera (vapor de agua y gas carbónico principalmente). Permite la retención de parte de la energía calórica que se recibe del sol y se mantenga una temperatura dentro de límites que permiten el desarrollo de la vida como se conoce. Los gases del efecto invernadero permiten el paso de las radiaciones solares de onda corta y calientan la superficie de la Tierra, absorben parte del calor que emana de la superficie terrestre en forma de radiaciones infrarrojas, de mayor longitud de onda y mantienen una temperatura en la superficie del planeta de aproximadamente 15 °C. El Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés (2007), define el cambio climático como un cambio en el estado del clima, puede identificarse al utilizar las pruebas estadísticas, por los cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, además persiste durante un período prolongado, generalmente mayor a una

década. Se refiere a cualquier cambio en el clima a través del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana (Aguilar, 2011).

En cuanto a lo concerniente a este proyecto, el agua se relaciona con todos los componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, criosfera, superficie terrestre y biosfera). Por ello, el cambio climático afecta el agua mediante diversos mecanismos. El ciclo hidrológico se vincula estrechamente con los cambios de la temperatura atmosférica y el balance radiactivo (equilibrio térmico de la Tierra por la radiación que recibe y emite). En los últimos años, el calentamiento global muestra un aumento, el cual se observa del promedio mundial de las temperaturas del aire y el océano, de la fusión generalizada de nieves y hielos y del aumento del promedio mundial del nivel del mar. Este calentamiento se asocia con las variaciones de ciertos componentes del ciclo hidrológico y de los sistemas hidrológicos: cambios en las pautas, intensidades y valores extremos de precipitación, fusión generalizada de la nieve y del hielo, aumento del vapor de agua atmosférico, aumento de la evaporación y variaciones de la humedad del suelo y de la escorrentía (IPCC, 2008).

Al continuar con el tema principal de este proyecto, gracias a estudios científicos realizados por muchos años, se comprueba que la cantidad de agua disponible para la captación, depende de la escorrentía (agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno), de la recarga freática (capacidad de acumulación de agua subterránea a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo), de las condiciones de los acuíferos (por ejemplo, grado de confinamiento, profundidad, espesor, o límites), de la calidad del agua y de la infraestructura de abastecimiento hídrico (embalses, pozos, o redes de distribución), por ende, el acceso al agua potable resulta más difícil de lograr en regiones en donde disminuyen las precipitaciones y la capacidad de captura, la escorrentía y/o la recarga de aguas subterráneas por efecto del cambio climático. Además, el cambio climático implica un costo adicional para el sector de abastecimiento de agua, debido, por ejemplo, al nivel cambiante del agua, que afecta a la infraestructura de suministro y puede impedir la extensión de los servicios de abastecimiento de agua a un mayor número de personas. Lo anterior, genera un mayor impacto socioeconómico, con el consiguiente costo, particularmente en áreas en que aumenta también la prevalencia del estrés hídrico por efecto del cambio climático. La salud humana (bienestar físico, social y psicológico)

depende de la adecuación del suministro de agua potable y de la seguridad del ambiente. Los seres humanos están expuestos al cambio climático, tanto directamente, a merced de las pautas meteorológicas (fenómenos extremos más intensos y frecuentes), como indirectamente, en virtud de los cambios experimentados en relación con el agua, el aire, la calidad y cantidad de los alimentos, los ecosistemas, la agricultura, los medios de subsistencia y la infraestructura. Si se toma en consideración la cantidad de personas que tendrían la posibilidad de verse afectadas por la malnutrición y la escasez de agua, éstas pueden ser las consecuencias sanitarias más importantes del cambio (IPCC, 2008).

5.3. Aspectos legales relacionados con el recurso hídrico

En lo referente a la gestión de recurso hídrico, se estima que aproximadamente 15 entes gubernamentales intervienen en ella. Una gran cantidad de organismos tienen competencias específicas sobre el tema y en algunos casos coinciden en las funciones. Ello genera un escenario donde se duplican funciones y hasta se generan criterios diferentes acerca de determinada situación en la entidad.

Se citan algunos de los entes gubernamentales con injerencia en el tema del agua:

1. Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA)
2. Instituto Costarricense de Turismo (ICT)
3. Ministerio de Salud (MINSAL)
4. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
5. Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE)
6. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA)
7. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU)
8. Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
9. Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)
10. Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH)
11. Municipalidades

Por medio de la Ley Constitutiva del AyA N° 2726, el 14 de abril de 1961 se promulga la Nacionalización del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, donde prevalece

el interés de dotar al país de agua de buena calidad, para consumo humano, servida a domicilio.

Cabe destacar que de acuerdo con los objetivos conferidos por Ley Constitutiva de AyA, le corresponde: dirigir, fijar políticas, establecer y aplicar normas, realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo. Se considera la prestación de los servicios fuera del área metropolitana, por medio de la facultad de AyA, para convenir con organismos locales la administración de tales servicios o administrarlos a través de juntas administradoras mixtas.

Se deriva del principio de colaboración entre las administraciones públicas y los particulares, referente a la prestación del servicio público, pues permite el desdoblamiento entre la titularidad de la prestación y la gestión del servicio (se entrega a las organizaciones privadas con fines públicos).

Actualmente el AyA cuenta con la Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados (SGSD), integrada por UEN Administración de Proyectos, UEN Gestión de Acueductos Rurales y la UEN de Normalización y Estandarización. Se hace evidente el interés de la Administración Superior en la prestación de los servicios en las zonas rurales. A La vez plantea un enorme reto a la subgerencia y le formula como objetivo general: *“Lograr el desarrollo ordenado de los sistemas rurales, así como promover y desarrollar, capacitar, asesorar y fiscalizar a las organizaciones a cargo de su administración y operación, de forma que estas satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes en concordancia con el ambiente”*. Dentro del marco normativo se describe un poco algunos de los reglamentos relacionados a la disponibilidad y protección del recurso hídrico.

El Reglamento para la Calidad de Agua Potable (N° 38924 – S, 2015) tiene como objetivo establecer los niveles máximos que deben tener las características del agua, que pueden representar un riesgo para la salud de los usuarios e inconvenientes para la conservación de los sistemas de abastecimiento de agua en beneficio de la salud pública, así como las frecuencias de muestreo (Decreto N° 38924-S, 2015).

El Reglamento de ASADAS, en el artículo 2 indica que el AyA puede delegar la administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los acueductos y alcantarillados, así como el tratamiento y disposición de aguas residuales, en organizaciones debidamente constituidas para tales efectos. Por tanto, el AyA desarrolla una política de fortalecimiento

para dichos entes, para que así, funcionen como verdaderas empresas prestadoras de servicios (Decreto N° 32529 – S- MINAE, 2005).

Por su parte, el Decreto Ejecutivo N° 26635 – MINAE (2005) establece 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 desarrollo socio económico del país (Decreto N° 26635 – MINAE, 2005).

La Ley de Aguas del año 1942, establece los dominios y aprovechamientos que se le pueda dar al recurso hídrico (Ley N° 276). Entretanto, la Ley General de la Salud define al Ministerio de Salud como el ente regulador, encargado de velar por el cumplimiento de los controles a la calidad del agua para consumo humano (Ley General de la Salud N°5395).

La aplicación de la normativa vigente en su operacionalización provoca hacer sostenible los resultados en materia de gestión del recurso hídrico, se debe recordar que en los últimos años se impulsa por medio de programas, acciones para salvaguardar un desarrollo sostenible y dar cumplimiento a los mandatos legales, de ahí la importancia de mantener el cumplimiento del marco legal. De igual forma es evidente la necesidad de tener una revisión y actualización de ese marco por parte de los entes correspondientes, pues esto es una herramienta fundamental a la hora de tomar decisiones y deben ser acordes a la actualidad nacional.

5.4. Panorama en Costa Rica sobre el recurso hídrico

En los últimos años el debate sobre este recurso trasciende la preocupación por su disponibilidad y calidad, provoca una discusión sobre los derechos humanos, la equidad social y el equilibrio ambiental. Costa Rica exhibe logros importantes en el acceso y la cobertura de agua potable, pero sin embargo, existen varias situaciones que atentan contra la posibilidad de mantenerlos. En primer lugar, se carece de información suficiente para conocer y manejar el recurso, lo cual incide en la capacidad de planificar su uso, una tarea urgente en un marco de cambio climático y alta contaminación. Y en segundo lugar, la lentitud de los avances en materia de tratamiento y saneamiento significa una amenaza, por

su impacto sobre los cuerpos de agua, escasamente protegidos (Programa Estado de la Nación, 2015).

Factores como cambio en uso de suelo y el cambio climático ponen en riesgo la disponibilidad del recurso hídrico. Por ejemplo, según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) el país sufre una sequía durante casi todo el 2014, por la influencia del fenómeno *El Niño-Oscilación del Sur*. La excepción es el mes de octubre, cuando los volúmenes de precipitación se mantienen cercanos al promedio. En los sistemas de abastecimiento la sequía provoca un descenso mayor al 17% proyectado por el AyA y por ejemplo en el mes de marzo supera el 45% de los servicios de la GAM (Núñez, 2015). Según datos de AyA, todos los sistemas de esta área se afectan, en especial los de Orósi y la Planta Tres Ríos, pues disminuyen aproximadamente trescientos litros por segundo.

De acuerdo con el Programa Estado de la Nación (2015), desde cada uno de sus operadores, el país tiene un impulso importante en el desarrollo de infraestructura de agua potable. Le permite el crecimiento en calidad y cobertura. Aumenta de 946 en el 2013 a 1049 la cantidad de tomas de agua concesionadas en 31 de las 34 cuencas del país, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2014. Además más del 40% de las ASADAS tienen menos de 100 servicios y por sí mismas no tienen capacidad de inversión en mejoramiento de estos acueductos, sino dependen de contribuciones y apoyo no reembolsable. Esto atenta contra la estabilidad del operador, tanto en sus finanzas como en su capacidad de brindar los servicios exigidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) en el Reglamento para Operadores de Acueductos y con el Índice de Gestión Global.

5.5. Gestión de ASADAS en Costa Rica

Según registros de la Subgerencia de Gestión de Sistemas Delegados (SGSD) de AyA (2017), en décadas anteriores, para atender las necesidades de suministro de agua potable en las comunidades rurales, el Estado de Costa Rica establece como estrategia primordial, la construcción de acueductos a través del fomento de la participación activa de las comunidades. Posteriormente, estas obras se delegan a los Comités de Acueductos Administradores de Acueductos Rurales (CAARS), adscritos a las Asociaciones de Desarrollo Integral.

A finales del siglo XX, los recursos financieros que sostienen estas obras, disminuyen considerablemente y este hecho coincide con el inicio de un proceso de fortalecimiento de los grupos comunales, debido a las dificultades presentadas en la sostenibilidad de la operación y mantenimiento de las obras construidas. Por esta razón, el AyA crea el concepto de Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS), cuyo propósito fundamental es mejorar la gestión de estos servicios públicos. Destaca como acción prioritaria la conformación, constitución y legalización de estas organizaciones (SGSD, 2017).

Las ASADAS deben conformarse bajo la ley de Asociaciones No. 218 y a través de esa figura asociativa (convenio de delegación) dan a valer el derecho al agua y a la participación ciudadana. Por medio de la Ley Constitutiva del AyA del año 1961, en su artículo 2, inciso G “convenir, con organismos locales, la administración de tales servicios o administrarlos a través de juntas de integración mixta entre el Instituto y las respectivas comunidades siempre que así conviniere para mejorar la prestación de los servicios y de acuerdo con los reglamentos respectivos”.

El convenio de delegación es un título habilitante reconocido legalmente en el país para que una ASADA pueda prestar sus servicios. Es un acuerdo jurídico bilateral entre el AyA y la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado de la comunidad, mediante el cual AyA delega (transfiere competencias) a las ASADAS, para la administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de acueductos y alcantarillados comunales, aspecto que les permite entonces brindar el servicio y cobrar las tarifas establecidas por la ARESEP sobre dicho servicio público. Actualmente existen muchos entes operadores conformados en ASADAS, según consta en el Registro de Asociaciones y no cuentan con el Convenio de Delegación firmado con AyA, pero a pesar de esto las operan y administran, situación por la que este Instituto trabaja por resolver.

Anteriormente, se conforman ASADAS donde existiera un Comité Legal y a solicitud de las comunidades, pero se maneja de forma desordenada. Para evitar estas situaciones, a lo interno de la Institución se establecen directrices y así consta en el oficio SUB-G-GSC-UEN-GA-2017-2011-1562 de la SGSD, los parámetros por tomar en consideración previo a la conformación en una ASADA, son los siguientes:

- Ubicación geográfica de la ASADA que se pretende conformar, analizando la existencia de acueductos cercanos.
- Inspección al sitio y determinar si existe un sistema debidamente conformado.
- Analizar la posibilidad de que otra ASADA cercana que trabaje sólidamente, pueda asumir este acueducto.
- Analizar la posibilidad de que algún sistema administrado por el AyA asuma el acueducto.
- En aquellos casos en que una ASADA quiera compartir una fuente, con una debidamente conformada, no se debe permitir la creación de ésta.
- En el caso de ASADAS debidamente constituidas, que por alguna razón dejan vencer la personería y requieren conformar una nueva ASADA, es necesario analizar: años de construido el acueducto, cumplimiento de aspectos legales, cumplimiento de aspectos administrativos y cumplimiento de aspectos técnicos.
- Valorar proyectos de desarrollo urbanístico y turístico en la zona.
- Investigar existencia de estudios de acuíferos en los casos que proceda.

Además, de tomar en consideración lo señalado, se debe acatar la Directriz de Junta Directiva del AyA en el oficio JD-2016-00013 del 27 de enero del 2016. Establece que en un radio de dos kilómetros si existe otro sistema de AyA, Municipal o ASADA no procede la conformación de otro ente operador. Sin embargo, con base en lo que existe actualmente y teniendo presente que la nueva directriz es del año 2016, muchas ASADAS se crean con anterioridad en una distancia muy corta, en menos de un kilómetro puede existir más de una ASADA (AyA, 2017).

5.6. Aspectos básicos para la sostenibilidad de una ASADA.

Los principales aspectos establecidos por AyA para obtener la sostenibilidad de una ASADA se describen a continuación (SGSD, 2014):

- **Gestión organizativa:** referido a todos los aspectos ligados con el cumplimiento de estatutos, reglamentos y la Ley de Asociaciones N°218.
- **Gestión legal:** Corresponde al acatamiento de las leyes, reglamentos y disposiciones legales que definen y regulan directa o indirectamente el quehacer diario de los prestatarios de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- **Gestión administrativa:** Consiste en brindar el apoyo para la realización de todas las actividades del acueducto, utilizando los recursos disponibles al máximo, para alcanzar las metas que se establecieron desde el principio.
- **Gestión operativa:** Tiene que ver con todas las acciones que se realizan para el buen funcionamiento de cada uno de los componentes y equipos del sistema, para lograr la prolongación de su vida útil, además de la desinfección del agua para garantizar la salud de la población.
- **Gestión financiera:** Cubre todos los aspectos relacionados con el manejo y control de fondos y el financiamiento de obras de inversión para el mejoramiento y reposición de los sistemas: contabilidad, control de egresos e ingresos, presupuesto, entre otros.
- **Gestión comercial:** Incluye todos los elementos que se aplican en el aprovechamiento del recurso hídrico y para fomentar el buen servicio a los usuarios, así como para la recaudación de los dineros por la prestación de los servicios. La tarifa que se cobra a los usuarios de los sistemas es establecida por la ARESEP y calculada bajo el principio al costo más un rédito para el desarrollo, en el futuro cercano se incluirán además los costos de análisis de calidad del agua con el fin de garantizar la potabilidad del agua al cliente.
- **Gestión socio-ambiental:** Proceso de cambio social dirigido a promover la mejora de la calidad de vida de la sociedad, en el cual el aprovechamiento de los recursos

naturales y el ambiente se realiza en forma armónica, garantizándose su utilización por parte de las presentes y futuras generaciones.

- **Gestión del riesgo:** Se considera como la capacidad de los actores sociales de desarrollar y conducir una propuesta de intervención consciente, concertada y planificada, para prevenir, mitigar o reducir el riesgo existente, y encaminar así a la localidad, hacia su desarrollo sostenible.

A través de la UEN Gestión de ASADAS, el AyA como ente rector, se encarga de capacitar a las ASADAS en los siguientes temas:

- Gestión del recurso hídrico.
- Gestión de los sistemas del agua.
- Gestión administrativa y financiera.
- Gestión comercial.
- Gestión comunal.

La periodicidad para estas capacitaciones depende del recurso humano de cada Oficina Regional de Acueductos Comunales (ORAC).

El AyA supervisa la gestión de las ASADAS de varias maneras: reuniones donde se realizan bitácoras de reunión, informes administrativos, técnicos o contables, oficios, talleres o capacitaciones individuales y grupales. Posteriormente el seguimiento y supervisión de ellos, se da según las posibilidades del recurso humano y material de la ORAC (SGSD, 2017).

Teóricamente, cada ASADA debería cumplir con los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario, no obstante, la realidad es otra. Por ejemplo, en el caso de la Oficina Regional Central Este, de las 176 ASADAS que se atienden, solamente cinco cuentan con planta de tratamiento para aguas residuales, sin embargo, esas plantas no contemplan al 100% de los abonados de esas Asociaciones. A nivel de AyA se camina con este tema y a futuro se pretende que las ASADAS trabajen en esa materia (Rojas, 2017).

5.7. Identificación de amenazas antrópicas y naturales

Costa Rica cuenta con un relieve irregular y altas precipitaciones, esto provoca que se cuente con un gran potencial hídrico, el cual se aprovecha para abastecimiento, generación de electricidad, riego, entre otros. Sin embargo, la realidad es que la deforestación, la escasa planificación urbana, el uso descontrolado de las cuencas por malas prácticas agrícolas y ganaderas, provocan que el valioso recurso del agua se encuentre amenazado, tanto en cantidad como en calidad (AyA, 2014). De acuerdo a la SGSD (2014) las amenazas se pueden catalogar de dos formas:

- a) **Amenazas antrópicas:** se generan por acción u omisión del hombre. Las causas son las siguientes:
- Impermeabilización de suelos: debido a actividades de urbanización y deforestación, aumenta la escorrentía que provoca la disminución de recarga en los mantos acuíferos.
 - Contaminación de ríos, quebradas y mantos acuíferos: debido a actividad agrícola, ganadera, industrial, uso excesivo y sin control de agroquímicos y producción de plantas ornamentales, mal manejo de tanques sépticos, descarga de aguas residuales sin tratamiento a los cauces, entre otros, dificultan el uso del agua para consumo humano, pues se requiere de mayor inversión para el tratamiento previo del recurso para poder hacer uso de él.
 - Incendios forestales: contaminan las fuentes de agua, aumento de la demanda de agua para apagar el fuego.
 - Salinización de pozos: a causa del uso desmedido de los pozos, afectando el nivel freático y permitiendo la intrusión de sal.
 - Explotación masiva del agua en tajos, canteras y cauces de dominio público.
 - Conflictos por uso de la tierra y del recurso hídrico.

b) **Amenazas naturales:** cabe destacar que muchos de los procesos naturales se ven acelerados por la acción del ser humano. Las principales amenazas naturales son:

- Actividad sísmica: provoca aumento en la sedimentación de los cauces, caída de rocas y material sobre el sistema de captación, daños estructurales en obras (grietas, fisuras, fugas, roturas, derrame de sustancias contaminantes, interrupción del fluido eléctrico, derrumbes, obstrucción de caminos, interrupción de servicios.
- Inundaciones, deslizamientos, avalanchas y huracanes: provocan desvío de cauces, aumento de sedimentos, aumento de turbiedad del agua, obstrucción de tomas y conductos, flotación de estructuras de poco peso, erosión del cauce y del suelo, daños en equipo e instalaciones eléctricas, desenterramiento y arrastre de líneas de conducción, daños estructurales.
- Sequías: disminución drástica del caudal, fugas por causa del aire atrapado que trata de escapar en las tuberías.
- Actividad volcánica: aumento de sedimentos y acidificación del agua por caída de ceniza, obstrucción de tomas, tuberías y estructuras sin techar por caída de ceniza, daños en estructuras metálicas sin pintar por lluvia ácida.

5.8. Programa Sello de Calidad Sanitaria, como mecanismo de tecnología limpia para proteger las fuentes de agua.

De acuerdo con el Manual de Procedimientos de la Categoría de Entes Operadores del Programa Sello de Calidad Sanitaria (LNA, 2017), se procede a explicar en qué consiste este apartado:

El Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS) se crea por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) el 22 de abril del 2002, mediante el acuerdo de Junta Directiva AN-2002-150, con el propósito de incentivar a los entes operadores de acueductos, para que suministren agua de calidad potable en forma sostenible y en armonía con la naturaleza.

Sus objetivos específicos son:

- Promover acciones para la protección de las fuentes de abastecimiento de agua utilizadas para consumo humano.
- Determinar las labores que realizan los entes operadores de acueductos para la gestión del recurso hídrico.
- Establecer la importancia de la aplicación de la desinfección en los acueductos participantes de conformidad con lo que establece la ARESEP y la reglamentación vigente.
- Fomentar la participación de la población, en las actividades que convoquen los entes operadores de sistemas de abastecimiento de agua potable.
- Controlar la calidad del agua que se le brinda a la población, por medio de análisis bacteriológicos y físico-químicos, establecidos por el Reglamento para la Calidad de Agua Potable vigente.
- Identificar el grado de riesgo sanitario y vulnerabilidad de las estructuras que pertenecen a los entes operadores de acueductos con inspecciones sanitarias.
- Ejecutar un Plan de Seguridad del Agua, en los entes operadores de sistemas de abastecimiento de agua potable.

En cuanto a las áreas de aplicación de este Programa, se le otorga una Bandera Celeste del Sello de Calidad Sanitaria, como un incentivo al mejoramiento de la gestión del recurso hídrico, a los diferentes entes operadores, tales como: AyA, Asociaciones Administradores de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS), Acueductos Municipales y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH).

El proceso de inscripción al PSCS es voluntario, el ente operador que desee participar debe llenar y enviar una fórmula establecida por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), solicitando su inscripción, la cual se realiza una vez al año.

Un año después de la inscripción debe entregarse un informe final, este permite al ente operador del sistema justificar el cumplimiento de todas las acciones realizadas, para alcanzar la puntuación correspondiente en cada uno de los parámetros evaluados. El LNA

facilita a los participantes un formato para la elaboración del informe. Entre otras cosas debe incluir evidencia fotográfica y las copias de los análisis de laboratorio que miden la calidad del agua.

A partir del año 2016, el ente operador participante del Programa Sello de Calidad Sanitaria, debe cancelar los análisis bacteriológicos y los análisis físico químico realizados por el LNA, una vez se envíe el memorándum con el cobro respectivo cada fin de año y se realicen de acuerdo con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable Decreto No. 38924-S, el cual entra en vigencia el 01 de setiembre del 2015.

5.9. Parámetros obligatorios de evaluación

El PSCS establece los siguientes siete parámetros: programa de protección de fuentes de agua, mantenimiento y limpieza de tanques, redes y otras estructuras, operación adecuada del equipo de desinfección, educación ambiental e información sobre la calidad del agua, control de la calidad a través del LNA, cumplimiento de lo establecido en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable y finalmente, evaluación del riesgo sanitario.

5.10. Parámetros complementarios de evaluación:

Se valoran una vez obtenida la nota máxima (100%) en los parámetros obligatorios.

Cuadro 1: Parámetros complementarios de evaluación del PSCS

Obtención de las Estrellas Blancas (Calidad de Gestión Hídrica)	
Galardón	Requisito
Una estrella	Si el valor obtenido está entre el 90% y 100%, de los parámetros obligatorios. Y además, presente el cuadro de pintura y rotulación de las estructuras del acueducto.
Dos estrellas	Si la evaluación obtenida es del 100% en los parámetros obligatorios y además mantienen pintada cada estructura del acueducto (captaciones, tomas, nacientes, tanques, e hidrantes) y presenta el reporte de cloro residual diario o semanal de todo el año de participación.
Tres estrellas	Si cumplen con lo indicado para Dos Estrellas y además rotulan cada estructura del acueducto y promueven campañas de reforestación.
Cuatro estrellas	Si cumplen con lo indicado para Tres Estrellas y realizan campañas ambientales (recolección de basura, separación de desechos), en conjunto con algún comité Bandera Azul Ecológica (Playas, Comunidades, Centros Educativos, entre otros).
Obtención de las Estrellas Doradas (Calidad de Servicio)	
Una estrella dorada	Cumplir con lo indicado para las 4 estrellas blancas y obtener una calificación de buena calidad en el Sistema de Evaluación Estimado de la Calidad de los Servicios de Agua Potable (SEEC SAP), además cumple con la colocación de hidrantes en los centros de población y dan mantenimiento a los existentes. También se requiere tener al día la denuncia de las fuentes de agua ante la Dirección de Agua del MINAE y poseer el Convenio de Delegación firmado

	con AyA. Todo debe demostrarse adjuntando la documentación respectiva.
Dos estrellas doradas	Cumplen con lo citado y obtienen una calificación de Excelente en el SEEC SAP y además presentan copia del Permiso de Funcionamiento, otorgado por el Ministerio de Salud.
Estrella Azul sobre Plan de Seguridad del Agua (de interés para este proyecto)	
Una estrella azul marino (se puede obtener independientemente de las otras estrellas del galardón).	Estar preparando o ejecutando un Plan de Seguridad del Agua.

Fuente: Programa Sello de Calidad Sanitaria, LNA, 2016.

En síntesis el PSCS, nace entre otras cosas, para buscar solución al daño que ocasionan las acciones del ser humano al ambiente, efectos que no son contabilizados en el momento de su ejecución. Busca la concientización para la conservación de los recursos naturales, lo cual es un llamado a crear conciencia de las necesidades de la sociedad y de la naturaleza. Además, es un medio que permite incursionar en el campo de las tecnologías limpias, dado que persigue el mejoramiento de la gestión de la ASADA de manera integral, abre un canal para crear y ejecutar medidas que permitan impulsar la eficiencia del Programa y contribuir a la consecución de objetivos de desarrollo.

Una vez analizadas las generalidades, a continuación se desarrolla lo específico concerniente al interés de este proyecto.

5.11. Planes de Seguridad del Agua (PSA)

Según la Organización Mundial de la Salud (2006), la forma más eficaz de garantizar de forma sistemática la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo, es aplicar un planteamiento integral de evaluación de los riesgos y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor. El enfoque basado en los PSA se desarrolla para organizar y sistematizar las prácticas de gestión del agua de consumo aplicadas desde hace largo

tiempo y para garantizar que dichas prácticas son aptas para gestionar la calidad del agua de consumo (precisando, priorizando e implementando medidas de control para mitigar esos riesgos). Se basa en muchos de los principios y conceptos aplicados en otros sistemas de gestión de riesgos, en particular en el sistema de barreras múltiples y en el APPCC (análisis de peligros y de puntos críticos de control), según se aplican en la industria alimentaria. El PSA se elabora sobre la base del estudio del funcionamiento del sistema que abastece el agua, de datos históricos y de buenas prácticas para la gestión integrada del recurso hídrico. El beneficio de desarrollar y aplicar un PSA es la evaluación metódica para identificar y categorizar riesgos, así como la priorización de las actividades de monitoreo operacional sobre las medidas de control. Además, proporciona un sistema organizado y estructurado para reducir al mínimo las fallas de la gestión, mediante la aplicación de planes de contingencia que respondan ante fallas predichas en los procesos de tratamiento o en el sistema de distribución, así como ante la presencia de peligros imprevistos.

5.12. Objetivos del Plan de Seguridad del Agua

El objetivo principal de un PSA es asegurar las buenas prácticas de abastecimiento de agua potable a la población, a través de minimizar la contaminación de las fuentes de agua, la reducción o retiro de los contaminantes por medio de procesos de tratamiento y la prevención de la contaminación durante el almacenamiento, distribución y manipulación del agua a nivel intradomiciliario (OMS, 2006).

La Organización Mundial de la Salud (2006), determina que el cumplimiento de los objetivos se alcanza a través de:

- Adecuado conocimiento del sistema de abastecimiento y su capacidad para el suministro de agua en apego a la legislación vigente.
- Identificación de fuentes potenciales de contaminación y la manera de controlarlos.
- Validación de medidas de control empleadas en control de peligros.

- Implementación de sistemas de monitoreo de las medidas de control.
- Aplicación de medidas correctivas oportunas para asegurar el abastecimiento de agua segura de manera permanente.
- Verificación de la calidad del agua para asegurar que el PSA se aplica correctamente.

5.13. Componentes de un PSA según la OMS

Los componentes de un Plan de Seguridad del Agua según la Organización Mundial de la Salud son:

- **Evaluación del sistema:** determina si la cadena de abastecimiento de agua desde la fuente hasta el punto de consumo, puede suministrarla de la calidad requerida por ley y esté 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 previamente identificados. Además, se requiere la verificación de aspectos físico-químicos y microbiológicos del agua para abastecimiento, de modo que se asegure la calidad requerida y además, 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:
 - Evaluación del sistema de abastecimiento de agua (diagrama de flujo, peligros, riesgos potenciales y resultados de validación).
 - Medidas de control de monitoreo operacional y plan de verificación.

- Procedimientos del funcionamiento en general y de la gestión.
- Procedimientos de respuesta a situaciones incidentales y de emergencia.
- 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.

5.14. Implementación del PSA

El primer paso, es recolectar y evaluar la información de las características de la cuenca hidrográfica, calidad del agua cruda, impacto a la salud por sustancias químicas y microorganismos, condiciones de tratamiento, almacenamiento y distribución del agua (evaluación integral del sistema).

5.15. Información útil que la OMS (2006) sugiere para evaluar un sistema de abastecimiento de agua de consumo

Componente del sistema de abastecimiento de agua de consumo:

Cuencas de captación

Información que debe tenerse en cuenta al evaluar el componente del sistema de abastecimiento de agua de consumo:

- Geología e hidrología.
- Pautas meteorológicas y climáticas.
- Salud general de cuenca de captación y río(s).
- Fauna y flora.
- Otros usos del agua.
- Tipo e intensidad de desarrollo y usos de las tierras.
- Otras actividades realizadas en la cuenca de captación que pueden potencialmente liberar contaminantes al agua de origen.

- Actividades futuras previstas.

Aguas superficiales

Información que debe tenerse en cuenta al evaluar el componente del sistema de abastecimiento de agua de consumo:

- Descripción del tipo de masa de agua (por ejemplo, río, embalse, presa).
- Características físicas (tamaño, profundidad, estratificación térmica, altitud, entre otros).
- Caudal y fiabilidad del agua de origen.
- Tiempos de retención.
- Constituyentes del agua (físicos, químicos, microbianos).
- Protección (por ejemplo: cercados, accesos).
- Actividades recreativas y otras actividades humanas.
- Transporte del agua a granel.

Aguas subterráneas

Información que debe tenerse en cuenta al evaluar el componente del sistema de abastecimiento de agua de consumo:

- Acuíferos confinados o no confinados.
- Características hidrogeológicas del acuífero.
- Caudal unitario y dirección.
- Capacidad de dilución.
- Zona de recarga.
- Protección de la boca del pozo.
- Profundidad de revestimiento.
- Transporte del agua a granel.

Tratamiento

Información que debe tenerse en cuenta al evaluar el componente del sistema de abastecimiento de agua de consumo:

- Operaciones de tratamiento (incluidas las optativas).
- Diseño de los equipos.
- Equipos de monitoreo y de operación automática.
- Sustancias químicas utilizadas en el tratamiento del agua.
- Rendimientos del tratamiento.
- Eliminación de agentes patógenos mediante desinfección.
- Residuo de desinfectante / tiempo de contacto
- Embalses de servicio y distribución
- Información que debe tenerse en cuenta al evaluar el componente del sistema de abastecimiento de agua de consumo:
 - Diseño de los embalses.
 - Tiempos de retención.
 - Variaciones estacionales.
 - Protección (por ejemplo, cubiertas, cercado, accesos).
 - Diseño del sistema de distribución.
 - Condiciones hidráulicas (por ejemplo, edad del agua, presiones, caudales).
 - Protección contra el reflujo.
 - Residuos del desinfectante(s).

Desinfección.

Según la Organización Panamericana de la Salud (2012), la desinfección es el último proceso de tratamiento del agua, cuyo objetivo es garantizar su calidad desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor. Desinfectar el agua significa eliminar de ella los microorganismos existentes, capaces de producir enfermedades. En ella se usa un agente físico o químico para destruir los microorganismos patógenos, que pueden transmitir enfermedades al utilizar el agua como vehículo pasivo. La desinfección es un proceso selectivo: no destruye todos los organismos presentes en el agua

y no siempre elimina todos los organismos patógenos. Por eso requiere procesos previos que los eliminen mediante la coagulación, sedimentación y filtración.

5.16. Utilidad de la desinfección.

El uso de la desinfección como parte de un proceso de tratamiento del agua puede obedecer a los siguientes objetivos:

1. Reducir el contenido inicial de contaminantes microbiológicos en el agua cruda (pre-desinfección). Este proceso se utiliza solo en casos especiales.
2. Desinfectar el agua luego de la filtración. Constituye el uso más importante.
3. Desinfección simple de un agua libre de contaminantes fisicoquímicos que no requiere otro tratamiento.

Para que la desinfección sea efectiva, las aguas sujetas al tratamiento deben encontrarse libres de partículas coloidales causantes de turbiedad y color, las cuales pueden convertirse en obstáculos para la acción del agente desinfectante. La desinfección alcanza una eficiencia máxima cuando el agua tiene una turbiedad cercana a la unidad. Por ello es indispensable desplegar los esfuerzos necesarios para que los procesos de tratamiento previos sean efectivos y eficientes (OPS, 2012).

5.17. Variables controlables en la desinfección.

Las principales variables controlables en el proceso de desinfección son las siguientes:

- La naturaleza y concentración del desinfectante.
- El grado de agitación al que se somete al agua.
- El tiempo de contacto entre los microorganismos y el desinfectante.

Los demás factores no son controlables, por lo que el enfoque se da al mecanismo de la desinfección.

Finalmente, cuando el desinfectante es un producto químico, resulta fundamental la concentración de la sustancia activa y su efectividad con cada tipo de microorganismo que se desea desactivar (OPS, 2002).

5.18. Formas de desinfección reconocidas por la OPS/OMS (2002).

La desinfección del agua puede producirse mediante agentes físicos y químicos.

Agentes físicos:

- **Sedimentación natural:** Es un proceso por el cual se realiza la decantación de partículas en suspensión por la acción de la gravedad. La decantación natural del material fino, como limo y arcillas, ayuda a la remoción de las bacterias; sedimentan más rápidamente los esporulados y los huevos de helmintos. La eficiencia de remoción de estos microorganismos depende del tiempo de retención del agua en el reservorio o sedimentador. Debido a que la sedimentación es un proceso en el cual la carga de microorganismos patógenos del agua puede concentrarse en los lodos, es necesario tener en cuenta que los presedimentadores, usados para abastecimiento de agua cruda, requieren un manejo cuidadoso con el fin de no captar aguas estratificadas, cuya calidad cause problemas en la planta de tratamiento. Por estas consideraciones, se recomienda estudiar el comportamiento del presedimentador, tanto en verano como en invierno, en función de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que se capta, eliminar periódicamente los lodos generados, para lo cual debe conocerse permanentemente la altura que va tomando. No es recomendable devolver este material al curso de agua cercano, pues su alto grado de contaminación afectaría seriamente los demás usos del agua (agricultura, pesca, etc). Estos lodos deben retirarse por medios mecánicos y tratados con cal, el fin es eliminar los huevos de helmintos existentes. Efectuar la circulación vertical del agua, con la finalidad de eliminar la estatificación o lograr que esta se produzca a la mayor profundidad posible, de tal modo que permita la oxigenación adecuada del agua.
- **Coagulación–floculación–sedimentación:** Los procesos de mezcla, coagulación, floculación y sedimentación son bastante eficientes en la remoción de la mayoría de las bacterias, protozoarios y virus que se encuentran en el agua, debido a que estos microorganismos son partículas coloidales y por ello se encuentran sometidos al mecanismo de remoción de los demás coloides.

- **La filtración:** Los filtros lentos pueden llegar a remover 96% de bacterias, cuando el agua no presenta más de 100 ppm de materias en suspensión y 200 bacterias por mililitro. Los filtros rápidos pueden llegar hasta 98% de eficiencia en la remoción de bacterias. La filtración es muy efectiva en la retención de los microorganismos grandes, como las algas y diatomeas; pero los olores y sabores asociados a ellos no se eliminan a menos que se consideren otros procesos específicos para este fin.
- **El calor:** Debido a la gran sensibilidad de los microorganismos a las temperaturas altas, la ebullición del agua es muy efectiva para su eliminación. El hervido del agua es una práctica doméstica segura y recomendable cuando existen dudas sobre la calidad del agua potable. El método más simple para preparar agua para consumo humano, segura desde el punto de vista microbiológico, es hervirla durante unos minutos y luego almacenarla adecuadamente.
- **La luz y los rayos ultravioleta:** La luz ultravioleta (longitud de onda correspondiente a la máxima acción microbicida = 254 nm) mata las bacterias. Sin embargo, la profundidad de penetración de esta radiación en el agua es limitada, ello se traduce en que si se requiere eficiencia en la eliminación de microorganismos por rayos ultravioleta, se deben irradiar solo láminas delgadas de agua. Su aplicación se reduce a aguas claras y no contaminadas.

Agentes químicos:

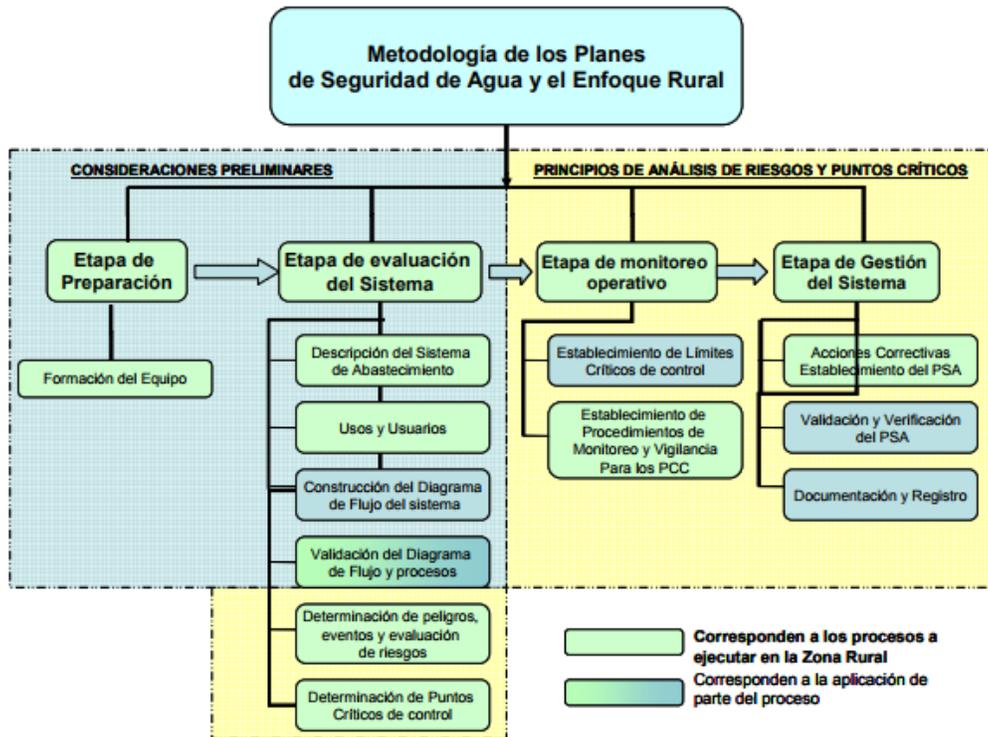
- Los compuestos químicos usados en la desinfección del agua son por lo general, oxidantes fuertes, tienen gran eficiencia en la eliminación de los microorganismos y pueden dejar remanentes tóxicos en el agua, los cuales requieren un control estricto para evitar riesgos en la salud del consumidor. Los más importantes son el ozono y los halógenos como el cloro, el bromo y el yodo.

5.19. Características deseables en un desinfectante de agua.

La Organización Panamericana de la Salud (2002), define, para que un desinfectante de agua para consumo humano sea idóneo, debe satisfacer ciertos criterios generales entre los cuales se encuentran los siguientes:

1. Debe poder destruir o inactivar, dentro de un tiempo dado, las clases y números de microorganismos patógenos que pueden estar presentes en el agua que se va a desinfectar.
2. El análisis para determinar la concentración de desinfectante en el agua debe ser exacto, sencillo, rápido y apropiado para hacerlo tanto en el terreno como en el laboratorio.
3. El desinfectante debe ser fiable para usarse dentro del rango de condiciones que podrían encontrarse en el abastecimiento de agua.
4. Debe poder mantener una concentración residual adecuada en el sistema de distribución de agua para evitar la recontaminación o que los microorganismos se reproduzcan.
5. De ser posible no debe introducir ni producir sustancias tóxicas, o en caso contrario, estas deben mantenerse bajo los valores guía, o las normas, ni cambiar en ninguna otra forma las características del agua de modo que esta no sea apta para el consumo humano, o sea estéticamente inaceptable para el consumidor.
6. El desinfectante debe ser razonablemente seguro y conveniente de manejar y aplicar en las situaciones en que se prevé su uso.
7. El costo del equipo, su instalación, operación, mantenimiento y reparación, así como la adquisición y el manejo de los materiales requeridos para sustentar permanentemente una dosificación eficaz, debe ser razonable.

Figura 1: Metodología de PSA.



Fuente: Guía para la implementación de PSA, Honduras 2009.

6. Alcance

El alcance de este trabajo de graduación, abarca todo el sistema de la ASADA de Rincón de Zaragoza, desde los sitios de recarga de aguas, nacimiento, tanques de almacenamiento, redes de conducción, distribución del agua y el usuario.

7. Metodología

A continuación, se describe la estrategia metodológica utilizada, la cual facilitó el cumplimiento de los objetivos establecidos en dicho trabajo. Este apartado se divide en tipo de investigación y enfoque, criterio de selección del objeto de estudio y proceso metodológico.

7.1. Tipo de investigación y enfoque

La investigación es descriptiva, pues a partir de este método se analizó la situación actual por medio de la descripción y caracterización del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano. Con base en este análisis se obtuvieron los problemas que hay en el sistema y donde se pueden aplicar futuras propuestas. Asimismo, se realizó una investigación correlacional: se midió el grado de relación existente entre los aspectos por evaluar y el riesgo tratado (Barrantes, 2000).

Esta investigación también abarca un enfoque mixto, que se utilizó para indagar y examinar con detalle la información recolectada. Se identificaron los aspectos del entorno donde se evalúa la investigación, que requieren control y de acuerdo con los datos obtenidos, se formularon las propuestas (Robles, 2007).

7.2. Criterio de selección del objeto de estudio

Se eligió una ASADA por recomendación del Laboratorio Nacional de Aguas, participante del Programa Sello de Calidad Sanitaria, pues posee vulnerabilidad en su sistema debido a amenazas naturales y antrópicas.

Proceso metodológico

Llevado a cabo por fases que facilitaron organizar su desarrollo.

Fase 1. Levantamiento de información

Objetivo asociado: Realizar un diagnóstico de la situación actual de la ASADA Rincón, de acuerdo con los parámetros establecidos en el PSCS.

Recursos: bitácora, cámara fotográfica, teléfono celular, automóvil, encuestas.

Actividades: Se recurrió a la utilización de fuentes primarias y secundarias. Como fuentes primarias se reconoce al personal del Laboratorio Nacional de Aguas de AyA, personal de la Unidad de Gestión Ambiental de AyA, a los funcionarios de la ASADA Rincón y

población usuaria de este servicio. Como fuentes secundarias para obtener datos sobre el recurso hídrico, se realizó revisión bibliográfica y consulta de la legislación vigente relacionada con el tema de agua.

Los pasos por seguir para el desarrollo de esta fase fueron los siguientes:

- a. **Conformación del equipo de trabajo.**
- b. **Documentación y descripción del sistema.** Se utilizó una encuesta para evaluar los aspectos de los cuatro componentes de los servicios de agua potable: dicha herramienta se obtuvo del Manual de Procedimientos de la Categoría de Entes Operadores para el PSCS, versión del 2016 (ver anexo 1). Además, se recopiló información por medio de los encargados a través de entrevistas no estructuradas; así como también se recolectó evidencia fotográfica. Esta actividad permitió conocer la situación del servicio e infraestructura de la ASADA y posteriormente reconocer en parte la percepción que la comunidad tiene de ellos.
- c. **Se realizaron visitas a una muestra seleccionada al azar de la comunidad abastecida por la ASADA.** Se programaron las visitas con representantes de la ASADA para procurar la transparencia del proceso y con el fin de conocer la percepción de los usuarios del Acueducto con respecto del servicio que se les da (calidad de la administración, calidad del servicio, conocimiento de otras actividades que realice la administración en beneficio de la comunidad) y además, muy importante, la identificación del comportamiento de los usuarios en relación con el consumo de agua.

La encuesta utilizada la facilitó el Laboratorio de Hidrología Ambiental de la UNA, denominada “*Instrumento aplicado a hogares sobre el manejo intradomiciliar del agua y aspectos ambientales*” (ver anexo 2). Para efectos de este proyecto y por recomendación de la Administración de la ASADA, se aplicó a través de una muestra aleatoria para emplear el instrumento a 58 hogares (de los 410 servicios con mayor cantidad de usuarios, brindados por la ASADA para el sector del Plantel Central). Lo anterior, debido a que en el momento que se realizó este trabajo, el país

se enfrentaba a la afectación causada por la tormenta tropical Nate lo que impedía ingresar a algunos sitios.

Fórmula:

$$n = \frac{Z^2(p * q)}{e^2 + \frac{(Z^2(p * q))}{N}}$$

n = El tamaño de la muestra que queremos calcular

N = Tamaño de la población

Z = Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado. (Nivel de confianza 90% -> Z=1,65)

e = Es el margen de error máximo que admito

p= proporción esperada

Figura 2. Calculadora de Muestras



Calculadora de Muestras

Margen de error:

 Nivel de confianza:

 Tamaño de Población:

Margen: 10%
Nivel de confianza: 90%
Población: 410

Tamaño de muestra: 58

Ecuación Estadística para Proporciones poblacionales

- n= Tamaño de la muestra
- z= Nivel de confianza deseado
- p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)
- q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)
- e= Nivel de error dispuesto a cometer
- N= Tamaño de la población

$$n = \frac{z^2(p * q)}{e^2 + \frac{(z^2(p * q))}{N}}$$

Fuente: Sitio web de Asesoría Económica y Marketing, 2018.

De las 41 variables evaluadas, se seleccionaron 19 para discusión, de acuerdo con el contexto y criterio experto. Lo anterior, debido a que paralelamente se realizaba una valoración cualitativa y cuantitativa, donde se consideraron varios de los aspectos comprendidos en la encuesta.

Producto esperado: insumos para la elaboración del diagnóstico.

Fase 2. Elaboración de diagnóstico

Objetivo asociado: Realizar un diagnóstico de la situación actual de la ASADA Rincón, de acuerdo con los parámetros establecidos en el PSCS.

Recursos: computadora, documentos varios, fotografías, encuestas.

Actividades: Esta etapa consiste en una descripción y análisis del estado actual de la ASADA Rincón (aspectos físico-geográficos, ambientales, socioeconómicos y administrativos) con respecto del abordaje de los parámetros establecidos por el PSCS.

Se aplicaron los formularios de inspección sanitaria del PSCS (ver anexo 3).

A partir de la información obtenida (resultados certificados facilitados por la ASADA) se procedió a caracterizar cada rubro. Para cumplir con esta actividad se coordinó la visita a las diferentes áreas que conforman el Acueducto.

Se efectuó una evaluación de peligros y caracterización detallada de los riesgos identificados, para comprender cómo podrían presentarse en el sistema (para evaluar el sistema de abastecimiento de agua de la ASADA, se consideraron las variables comprendidas en el anexo 4).

Criterio para clasificar los peligros y los riesgos:

Definido en conjunto con el personal de la ASADA para facilitar su comprensión y aplicación.

- **Peligro:** Agentes físicos, biológicos, químicos o radiológicos que 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 que 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 al proceso no se pueden controlar por completo, pero la frecuencia del evento no es constante y en caso de que ocurriera, la afectación resulta significativa, requiriendo medidas de atención.
- **Riesgo alto:** a pesar de todas las condiciones preventivas que se puedan tomar para controlar el riesgo, su naturaleza y condiciones hacen que el riesgo/evento se presente con una mayor frecuencia y/o afecte la integridad del sistema y de las personas.

Se determinaron los puntos críticos de control y sus respectivas medidas de atención.

Se definieron los límites operacionales para que las medidas de control puedan ser monitoreadas.

Se identificaron las acciones preventivas y/o correctivas.

Se elaboró un informe del diagnóstico de la ASADA: una vez obtenida la información, se procedió a desarrollar el documento escrito. Contiene los aspectos que se identifica, respaldados con evidencias fotográficas y bibliográficas.

Producto esperado: evidencias de la situación actual de la ASADA, las cuales se utilizan como insumos para formular la estrategia para el cumplimiento del segundo objetivo.

Fase 3. Elaboración del Plan de Seguridad del Agua

Objetivo asociado: Elaborar un Plan de Seguridad del Agua para la ASADA para mejorar la gestión del recurso hídrico y cumplir con el requisito del PSCS para obtener el galardón Estrella Azul Marino.

Recursos: computadora, libreta, lapicero, fotografías.

Actividades:

Se establecieron los impactos asociados al sistema de la ASADA y las medidas y/o procedimientos correspondientes para verificar el eficiente cumplimiento de la legislación.

Se establecieron procedimientos de documentación y comunicación.

Lo anterior, les permite además mejorar su resultado en el PSCS y motivar a los involucrados a buscar la mejora continua.

Producto esperado: Plan de Seguridad del Agua.

Fase 4: Elaboración de una lista de chequeo para evaluar el PSA.

Objetivo asociado: Confección de una lista de chequeo para evaluar el PSA.

Recursos: documento diagnóstico, hojas, lapicero, computadora.

Actividades:

En el cuadro de PSA realizado, se identificaron los componentes que integran el sistema del Acueducto, los peligros asociados junto con su valoración del riesgo, medidas para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos, y la frecuencia para aplicarlas. A partir de esta información, se enlistaron los aspectos que comprende cada componente, para definir los criterios de evaluación bajo el formato de lista de chequeo, de modo que facilite su aplicación e interpretación.

Se elaboró la lista de chequeo.

Fase 5: Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

Se expresa la relevancia de los resultados y del proyecto, sus facilidades e inconvenientes importantes de atender.

8. Propuesta de capítulos

El presente documento es segmentado en cinco capítulos. Enseguida se menciona de lo que trata cada uno. El capítulo I tiene aspectos generales de la investigación: introducción, justificación, antecedentes, objetivos y metodología.

El capítulo II se refiere al diagnóstico de la situación actual de la ASADA, los hallazgos positivos y oportunidades de mejora (resultados de la evaluación).

En el capítulo III se presenta la propuesta de Plan de Seguridad del Agua apegado al marco normativo nacional y la lista de chequeo para evaluar dicho Plan. Por último, en el capítulo IV se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación en estudio.

9. Resultados

De inmediato se expone la situación actual de la ASADA y se discuten los hallazgos de mayor relevancia.

10. Diagnóstico:

En este apartado se presenta el diagnóstico de la situación actual de la ASADA Rincón de Zaragoza, de acuerdo con los parámetros establecidos en el PSCS.

10.1. Información general de la ASADA:

Abastece una población de alrededor de 8000 usuarios a través de 1900 servicios. Es un tipo de acueducto mixto, pues trabaja por gravedad y también por bombeo. Cuenta con 3 sistemas independientes, que incluyen: captación, desarenado, conducción a planta de tratamiento de agua potable o planta de filtros, cloración, almacenamiento y distribución a los usuarios. El servicio de abastecimiento es de 24 horas durante todo el año y su tarifa promedio domiciliar por mes, ronda entre los 8000 mil colones. Se determina a través de micromedición y cubre del 95% al 100% de los usuarios. Esta tarifa no incluye un porcentaje para la protección de las fuentes.

10.2. Descripción del sistema de acueducto la ASADA Rincón

Se conforma por tres sectores o sistemas (Sector Planta Central, Sector Quebradas y Sector Calle Céspedes Calle Jiménez, Calle Tanques, Alto Vásquez y Calle Vásquez). Cuenta con ocho fuentes de captación (Estica, Estica 9, Los Cipreses, Norcillo, El Naranjo, La Piedra, El Güitite y El Manzano). Se aprovechan por gravedad y un pozo captado por bombeo.

- **Sector Planta Central:**

Se capta el agua de 2 pozos por bombeo y de 2 tomas superficiales (Quebrada Grande con caudal de 20 l/s y Quebrada El Alto con 3, 51 l/s). El agua captada pasa por una fase de desarenado y se conduce por tubería a la planta de tratamiento de agua potable que incluye fase de sedimentación lenta, filtración, área de secado de lodos, caseta de cloración, tanques de almacenamiento y salida de tubería de conducción y distribución. El Plantel Central también cuenta con oficina de servicio al cliente, dos bodegas, dos aulas, cocina, dos servicios sanitarios, patio de materiales y área verde.

Funcionamiento: Se abastece de dos tomas superficiales, una se ubica en el sector de Quebradas que reúne aproximadamente de 8 a 10 nacientes sin captar y forman la cuenca del Río Quebrada Grande. El agua captada entra a un desarenador, donde posteriormente es conducida hasta la planta de agua potable. En el caso de la toma de Calle Céspedes esta se

llama Quebrada El Alto y la conforman cuatro nacientes, igualmente el agua entra a un desarenador en ese sector donde posteriormente se conduce hasta la planta de agua potable. Una vez el agua entra a los sedimentadores, estos realizan el proceso de separación de los sólidos de mayor peso, luego entra a la planta de filtración y queda el lodo en la superficie de la arena del filtro. Seguidamente el agua pasa a la sala de cloración, donde se aplica caudal vs cloro 10 ml/L, posteriormente se almacena y se distribuye aproximadamente a 4156 personas a través de 1039 servicios. Debe cumplir con los análisis de calidad del agua establecidos por el Ministerio de Salud y el Laboratorio Nacional de Aguas de AyA.

En cuanto a otros usos que se le dan a las instalaciones, las aulas se utilizan para beneficio de la comunidad (clases de: inglés, educación ambiental, catecismo, entre otros).

- **Sector Quebradas**

Abastece a una población de aproximadamente 875 beneficiarios mediante 250 servicios, por medio de un pozo y 3 nacientes a través de un sistema mixto (gravedad y bombeo).

Funcionamiento: Se abastece con captaciones ubicadas en el Cerro Cruz de Leo, de ahí se conduce el agua a un tanque de almacenamiento de 25 m³, recibe el tratamiento de potabilización correspondiente y posteriormente se distribuye a la población.

- **Sector Calle Céspedes, Calle Jiménez, Alto Vásquez, Calle Tanques y Calle Vásquez:**

Este sistema capta el agua de un pozo y varias nacientes que se conducen con tubería de 75mm hasta cuatro tanques de almacenamiento (100m³, 37 m³, 25m³ y 20 m³), cuentan con una caseta de cloración donde se realiza la dosificación de cloro las 24 horas del día, a cargo de un fontanero contratado por la ASADA y quien recibe capacitaciones periódicamente por AyA. Además, se cuenta con una caseta de cloración independiente ubicada en el sector de Calle Céspedes y dos tanques de almacenamiento ubicados en diferentes puntos de la red: tanque de Alto Vásquez cuya capacidad es de 37m³ y tanque Calle Vásquez de 100m³, para abastecer una parte del sistema. Con el fin de proteger las fuentes de agua, la ASADA compra fincas por donde pasan dichas fuentes, las cerca y rotula para facilitar su identificación. También adopta un programa de monitoreo mensual

de fuentes, uno de educación ambiental para escuelas y colegios, recolección de desechos y otro de reforestación anual en coordinación con el Colegio Bilingüe de Palmares. Este sistema abastece a una población de 1020 beneficiarios por medio de 255 servicios.

Calle Vásquez

Funcionamiento: Se abastecen de captaciones que están en las dos cuencas en ese sector y se conducen por gravedad hasta un tanque de almacenamiento de 100 m³, el agua recibe el tratamiento correspondiente y se distribuye a una población de 828 beneficiarios a través de 207 servicios.

10.3. Identificación de Peligros por cada componente del sistema

Captación y conducción

Peligros identificados:

- Posibilidad de aumento de turbiedad en el agua a causa de exceso de lluvia, puede elevarse la presencia de lodos que arrastran las quebradas, lo cual dificultaría que el agua entre a la planta de filtros y por consiguiente, pueda provocar discontinuidad del servicio, pues las partículas gruesas impedirían el paso del agua a la planta.
- Contaminación de las áreas de captación por ingreso de personas y animales que puedan dejar desechos y ante la falta de una cerca el ingreso sea más fácil.
- Presencia de animales muertos en las tomas: pueden contaminar el agua y consecuentemente generar interrupción en el funcionamiento normal del acueducto, para eliminar los restos de los animales.
- Derrumbes y/o deslizamientos que obstaculicen el paso a las diferentes áreas del sistema, aumento en la turbiedad del río, daños parciales o totales en infraestructura.
- Contaminación de fuentes de agua producto de actividades agrícolas y/o ganaderas y por el uso de sustancias químicas.
- En verano al disminuirse el caudal se forman pozas con basura (hojarasca y otros desechos). Esto retarda que el agua llegue al desarenador.

- Posibles daños en las tuberías de conducción por estar expuestas en las áreas cercanas al río.
- Perforación y/o rompimiento de la tubería provocando fugas.

Fotografía 1. Tubería de conducción.



ASADA Rincón, 2017

Fotografía 2. Río Quebradas.



ASADA Rincón, 2017.

10.4. Tratamiento (desarenado, sedimentación, filtración, cloración)

Peligros identificados:

- Sobrepresiones por aire y/o golpe de ariete en la tubería que generen fugas.
- Desgaste rápido de los materiales debido a su calidad.
- Mano de obra defectuosa durante la instalación o reparaciones.
- Desgaste interno de tuberías por abrasión como arena o gravilla.
- Calidad dudosa de la sustancia desinfectante para el agua.
- Dosificación incorrecta de cloro para la desinfección.
- Daños en la infraestructura por causa de movimientos telúricos.
- Caída de materiales (hojas, ramas, etc.) en la planta de tratamiento.

- Daño de válvulas.

Fotografía 3. Sistema de tratamiento



ASADA Rincón, 2017.

Fotografía 4. Sistema de cloración



ASADA Rincón, 2017.

Fotografía 5. Aforo sistema de cloración



ASADA Rincón, 2017.

Almacenamiento y distribución

Peligros identificados:

- Fisuras en los tanques que provoquen el ingreso de sustancias, las cuales puedan contaminar el agua o bien, la pérdida del líquido por filtración.
- Obstrucción en la tubería que limite el paso del agua a los usuarios.
- Tráfico pesado sobre tubería mal cimentada o recubierta, capaz de provocar daños en ella.
- Raíces de árboles que obstruyan la tubería.
- Daños en tanques de almacenamiento y tubería de distribución por eventos naturales extremos.
- Conexiones ilícitas.

Fotografía 6. Tanques de almacenamiento



ASADA Rincón, 2017.

Uso intradomiciliario

Peligros identificados:

- Consumo inadecuado y/o desmedido.
- Presencia de fugas.
- Falta de mantenimiento a la tubería interna.
- Medidores en mal estado sin reportar.

Administración de la ASADA

- Peligros identificados:

- Fallo en el software de cobros.
- Uso inadecuado de los recursos económicos.
- Falta de personal capacitado disponible para realizar función específica (Ej.: fontanero único que se enferme).
- Actos de vandalismo.
- Falta de corriente eléctrica.

Fotografía 7. Instalaciones Centrales



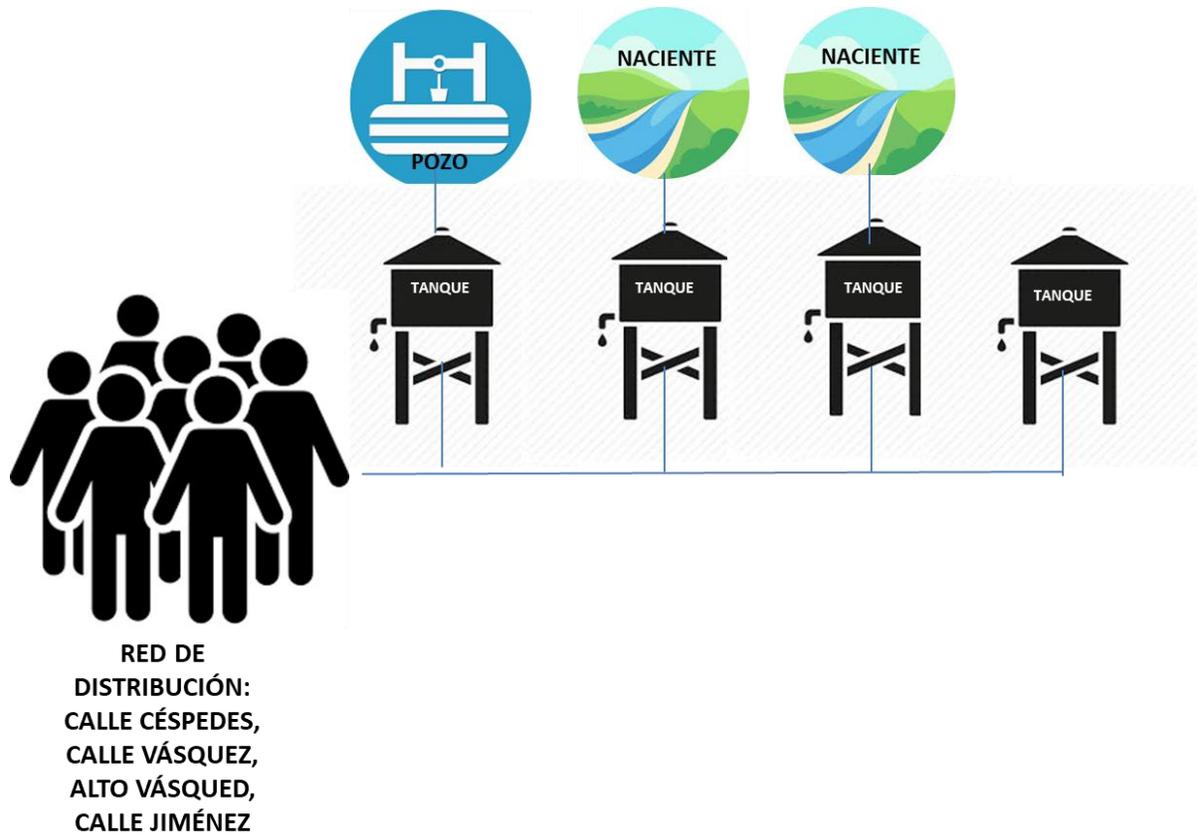
ASADA Rincón, 2017.

Croquis ASADA

El funcionamiento de la ASADA se divide en 3 sistemas independientes, los cuales cuentan con captación, desarenado, filtración, clonación, almacenamiento, distribución, hidrantes e hidrómetros.

- **Sistema Calle Céspedes, Calle Vásquez, Alto Vásquez y Calle Jiménez:** 1 pozo y 2 nacientes, 4 tanques de almacenamiento (100m^3 , 37 m^3 , 25 m^3 , 20 m^3), sistema mixto (gravedad y bombeo).

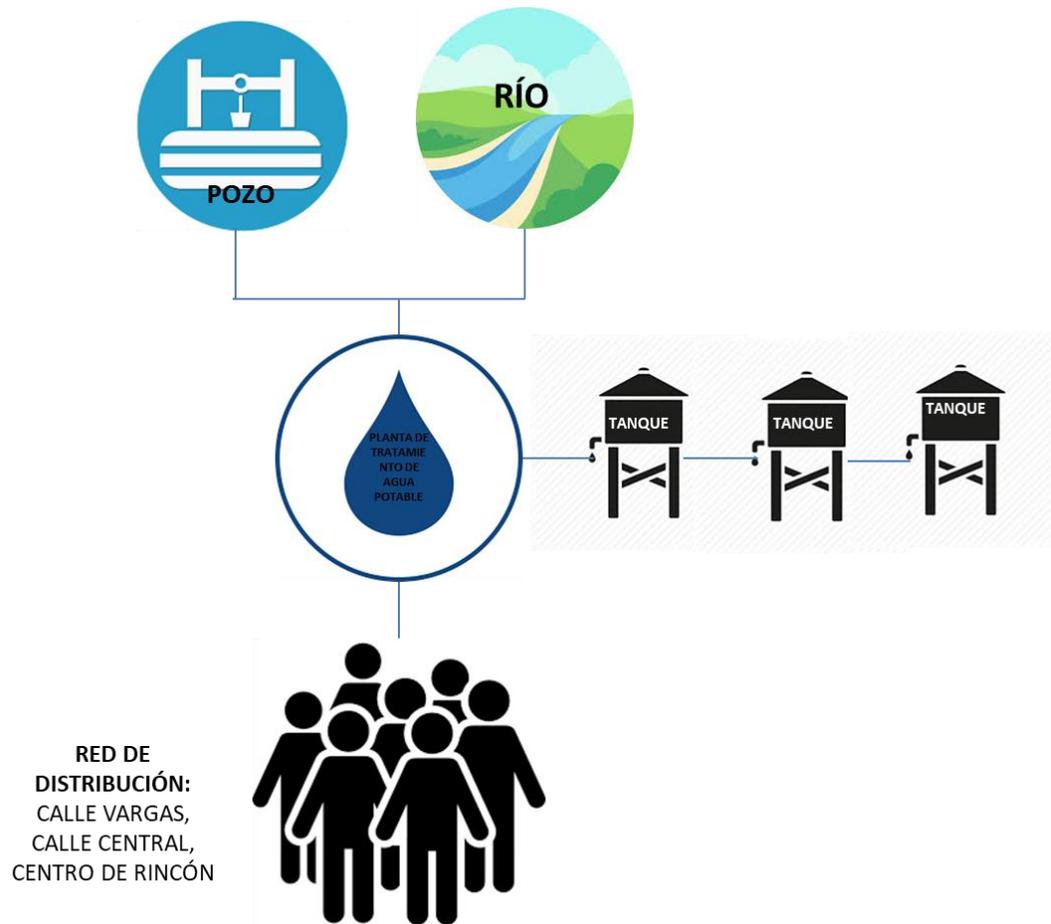
Figura 3. Croquis Sistema Calle Céspedes, Calle Vásquez, Alto Vásquez y Calle Jiménez.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Sistema Plantel Central:** 2 pozos y 2 tomas superficiales, 3 tanques de almacenamiento (175 m^3 , 110 m^3 , 50 m^3), sistema por bombeo, planta de tratamiento de agua potable, hidrantes e hidrómetros.

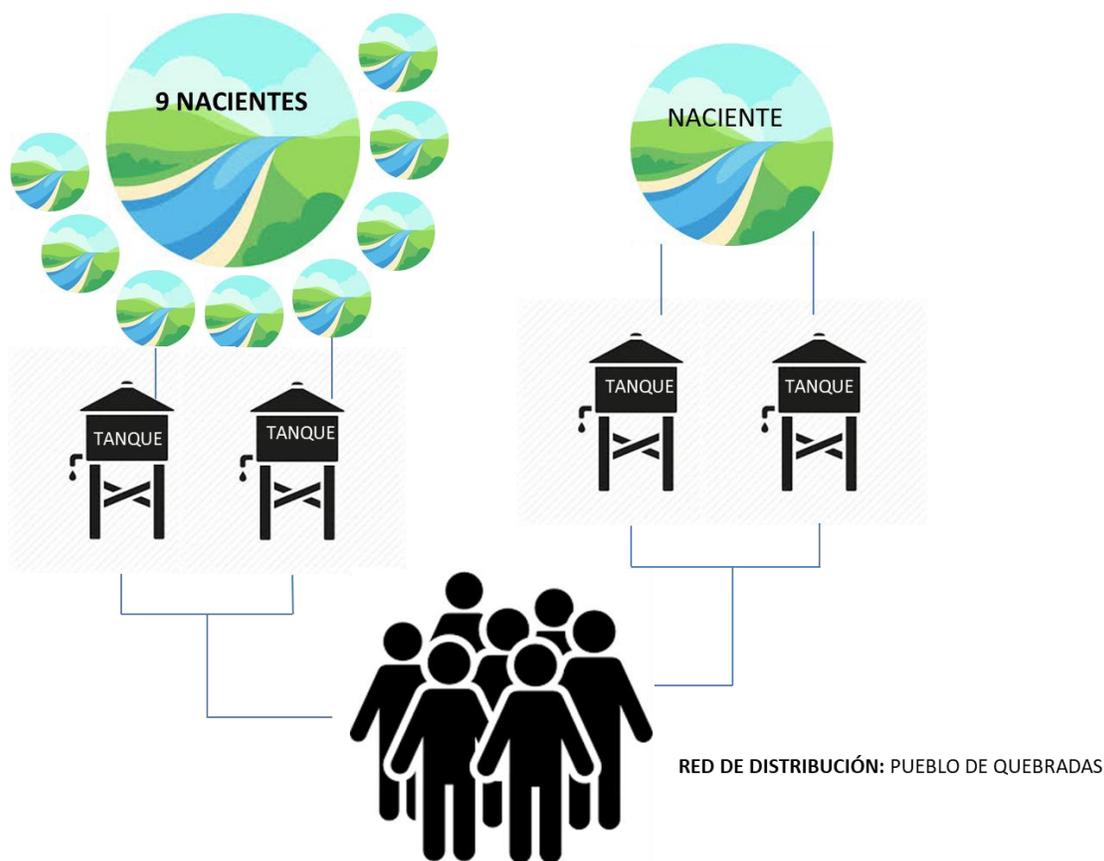
Figura 4. Croquis Sistema Plantel Central



Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Sistema sector Quebradas:** sistema mixto (gravedad y bombeo), 9 nacientes, 4 tanques de almacenamiento.

Figura 5. Croquis Sistema Sector Quebradas.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

10.5. Aplicación de encuesta

Tal y como se menciona en la metodología, se realizan visitas a una muestra seleccionada al azar de la comunidad abastecida por la ASADA, con el acompañamiento algunos funcionarios, para procurar transparencia. El objetivo es conocer la percepción de quienes usan el Acueducto con respecto del servicio que se les da (calidad de la administración, calidad del servicio, conocimiento de otras actividades realizadas por la administración en beneficio de la comunidad) y además, identificar el comportamiento de los usuarios en lo referente al consumo de agua.

La encuesta utilizada la facilita el Laboratorio de Hidrología Ambiental de la UNA. Se denomina "Instrumento aplicado a hogares sobre el manejo intradomiciliar del agua y

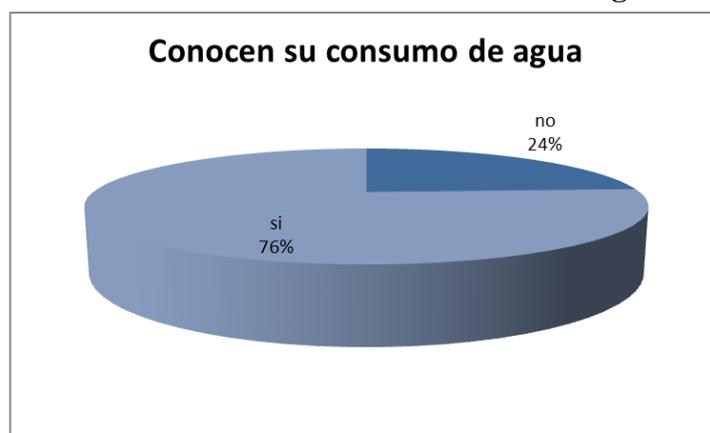
aspectos ambientales”. Para efectos de este proyecto, se aplicó a una muestra de 58 hogares de 410 servicios brindados por la ASADA, equivalente a un 90% de confianza. Lo anterior, con base en la fórmula estadística desarrollada en la metodología.

El cuestionario utilizado cuenta con 41 preguntas, de las cuales bajo el criterio de la suscrita y de conformidad con los objetivos de este proyecto, se hace una selección de 19 preguntas. Ellas se vinculan de forma más directa con el propósito de este trabajo.

Seguidamente se muestran las representaciones gráficas de los resultados que se tabula, producto de las preguntas de mayor relevancia. Se complementa con un comentario sobre dichos resultados.

La primera interrogante hecha a los participantes es la cantidad de miembros que residen en su casa de habitación. Se obtiene como respuesta un promedio de **4,28 personas**, superior al promedio nacional de 3,24 miembros, en relación con la encuesta del INEC de julio del 2017.

Gráfico 1. Conocimiento de consumo de agua.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conocer el consumo de agua, permite controlar las variaciones que eventualmente se puedan dar de conformidad con la cantidad de miembros de la familia. Además, contribuye a buscar maneras para optimizar el uso y reducir el consumo. En este caso particular, tener noción del consumo es un factor de mucha relevancia para asegurar el nivel de concientización y sensibilización. No obstante, con base en las respuestas dadas, preocupa

que un porcentaje importante no tenga dominio del tema. Esto indica que debe reforzarse el nivel de compromiso con el asunto.

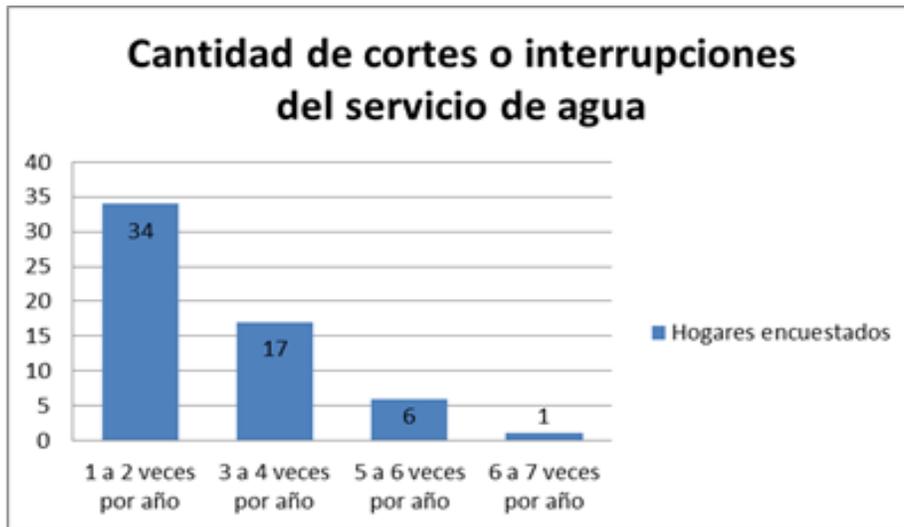
Gráfico 2: Percepción de cantidad de agua recibida.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

La totalidad de los usuarios encuestados reconoce que su abastecimiento de agua es suficiente para llenar sus necesidades e inclusive abundante. Lo anterior es congruente con la cantidad de elementos instalados en sus casas, pues les permite utilizarla en diversas necesidades. Esto podría afectar en cuanto al uso sostenible del agua, por cuanto “no se ven en la necesidad” de ahorrar el recurso. Permite que la ASADA pueda preparar estrategias para educar a sus usuarios en este tema y crear conciencia acerca del ahorro de agua.

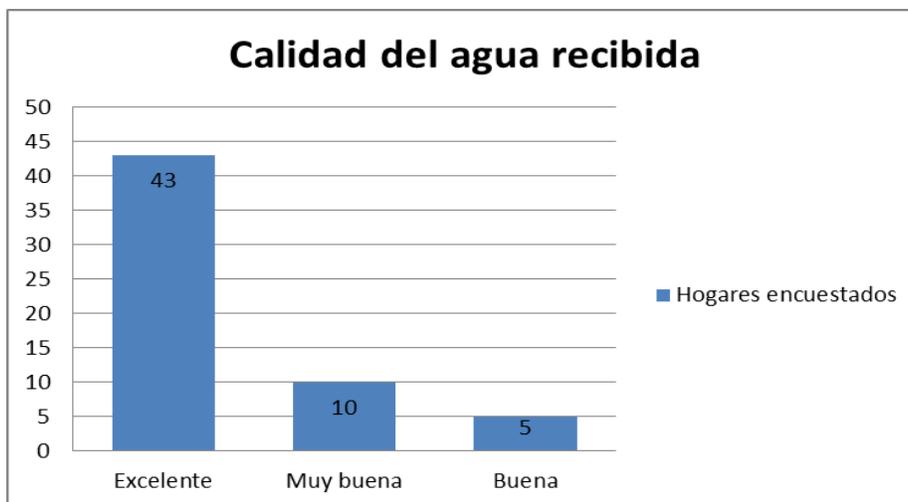
Gráfico 3: Cantidad de cortes o interrupciones del servicio de agua.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

La mayoría de los encuestados expresan haber recibido dos interrupciones al servicio de agua. Los datos coinciden con las dos que realiza la ASADA al año, para dar mantenimiento a su sistema. Respecto de los otros cortes mostrados y de acuerdo con la consulta a los usuarios, se debe a cortas por morosidad.

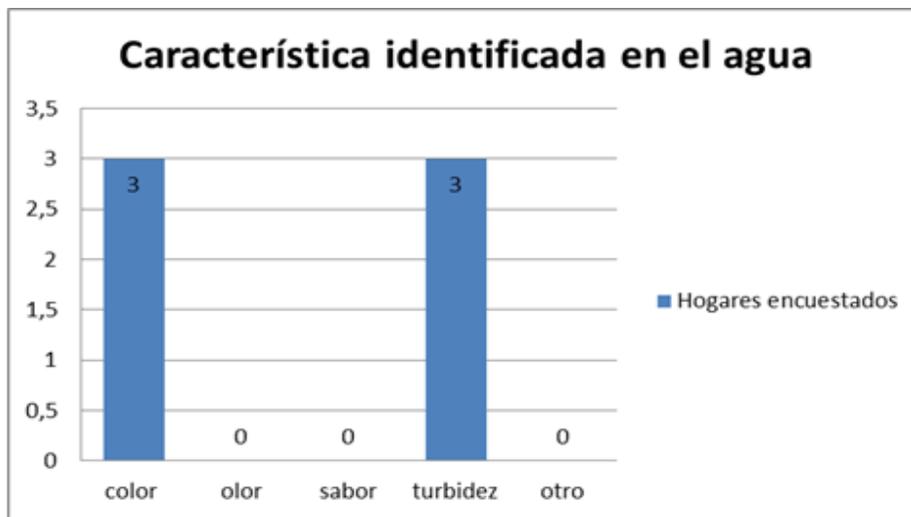
Gráfico 4: Percepción de la calidad del agua recibida.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

La totalidad de los hogares encuestados (74% de la muestra), manifiesta que la calidad del agua recibida es buena. Esto se traduce en un reto para la administración de la ASADA, con el fin de no bajar la calidad y seguir trabajando por sus usuarios y en equilibrio con el medio ambiente.

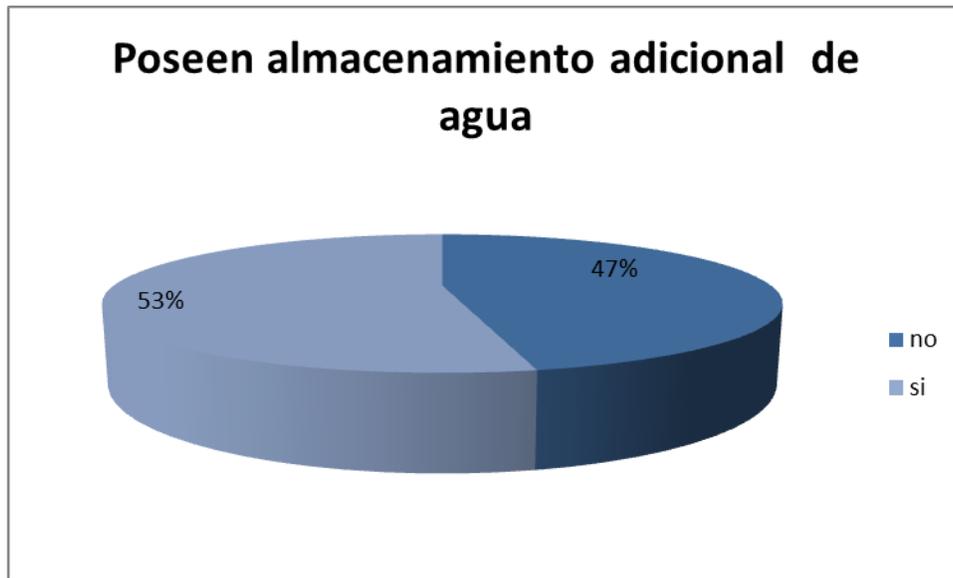
Gráfico 5. Alteraciones identificadas en el agua.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se consulta a los pobladores si en alguna ocasión reciben agua con alguna característica anormal particular, ante lo cual, efectivamente un 10% de la muestra de los encuestados manifiesta haber recibido agua con alguna variación en el color y con turbidez, al menos dos veces al año.

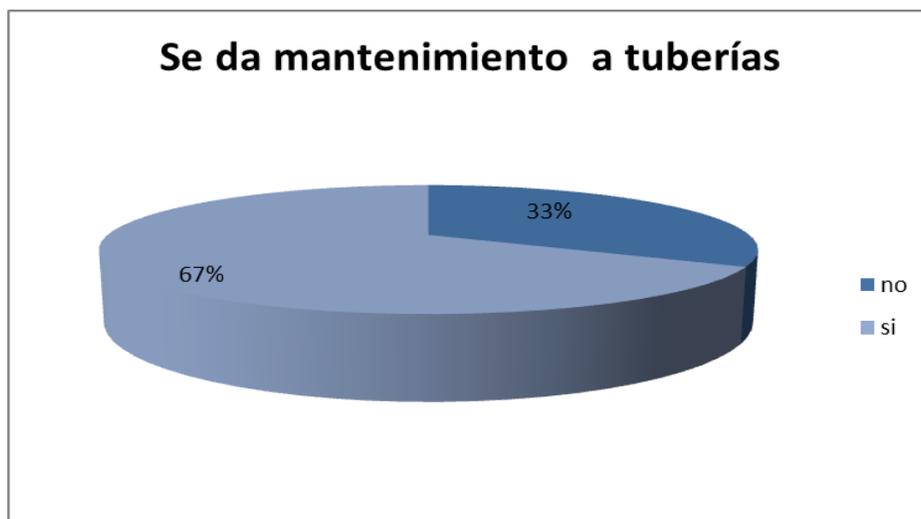
Gráfico 6: Almacenamiento adicional de agua.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Aproximadamente la mitad de los hogares encuestados utiliza sistemas alternos para almacenamiento de agua (botellas, tanques y estañones). Sin embargo, pocos les dan un mantenimiento periódico. Lo anterior, podría contribuir al contagio de enfermedades, lo cual se discute más adelante. A este resultado debe prestarse especial atención, tanto por la ASADA, como por las autoridades en salud, para velar por la salud pública.

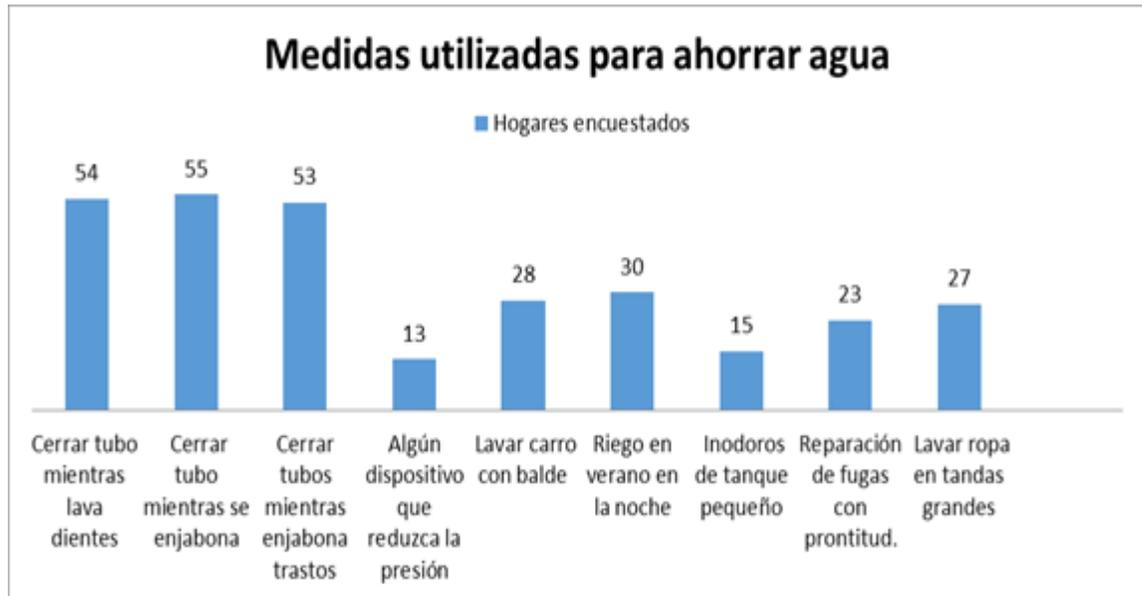
Gráfico 7: Mantenimiento a tuberías.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

La mayoría de los hogares encuestados, de acuerdo con la muestra, indican que sí dan mantenimiento a las tuberías de su hogar, sin embargo, al consultar sobre la periodicidad del mantenimiento aseveran realizarlo “cuando lo amerite”. Por lo tanto, se concluye que no se da un mantenimiento preventivo, sino correctivo, lo cual significa que debe fortalecerse la capacitación a los usuarios para evitar fugas y bajar los costos por reparaciones.

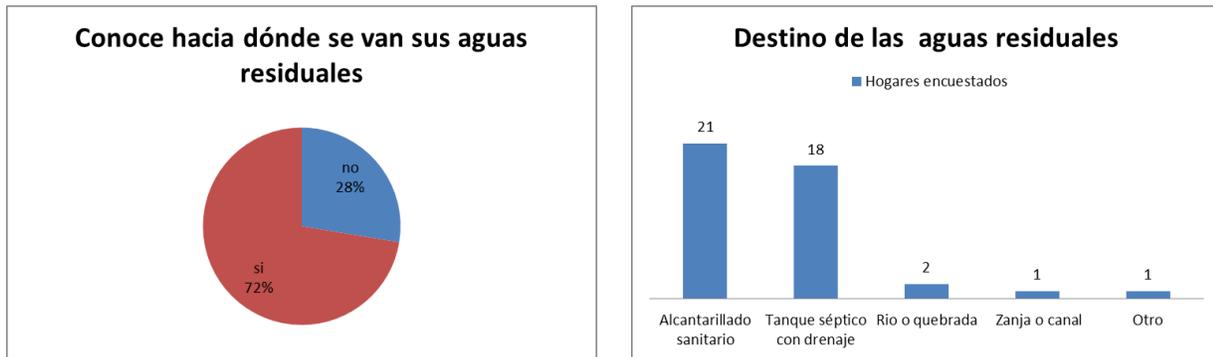
Gráfico 8: Medidas utilizadas para ahorrar agua.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Este aspecto es uno de los más gratificantes, pues el resultado es que los hogares encuestados practican más de una medida para ahorrar agua. Se presenta una gran oportunidad para la ASADA, con el propósito de fortalecer la comunicación con los usuarios, facilitarles herramientas para ahorrar agua y hacer crecer este nivel de concientización. Lo anterior se liga a fortalecer la gestión de las ASADAS desde el AyA como ente rector, con el acompañamiento y guía correspondientes.

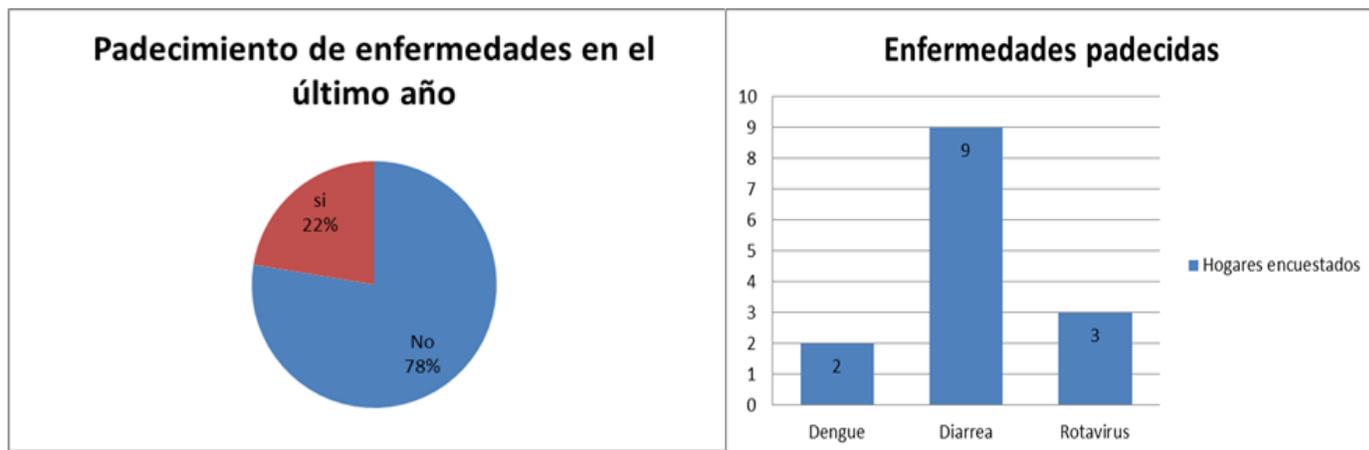
Gráficos 9 y 10: Manejo de aguas residuales.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

La ASADA Rincón de Zaragoza no brinda el servicio de saneamiento, sin embargo, este punto es sumamente importante de considerar, pues un manejo inadecuado de las aguas residuales puede ocasionar afectaciones a la salud pública. Por lo anterior, estos resultados son útiles para la ASADA y todos los actores sociales involucrados, en su intento de buscar soluciones conjuntas para atender el tema de saneamiento. Una gestión articulada entre todos los involucrados, donde se defina la participación que a cada quien corresponda.

Gráficos 11 y 12: Padecimiento de enfermedades asociadas al consumo de agua.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Un porcentaje de los hogares encuestados manifiesta que alguno de sus miembros sufre algún padecimiento en su salud. Destacan entre ellos la diarrea, lo cual coincide con las ocho enfermedades más comunes en Costa Rica durante el año 2017. Lo anterior, se asocia con los métodos alternos para almacenamiento de agua indicados previamente. Se toma en consideración que pocos les dan mantenimiento, por lo tanto, el “mal lavado” y estancamiento del agua podrían ser responsables de las enfermedades. Además, las medidas de higiene que cada hogar implemente se relacionan directamente a las enfermedades consultadas.

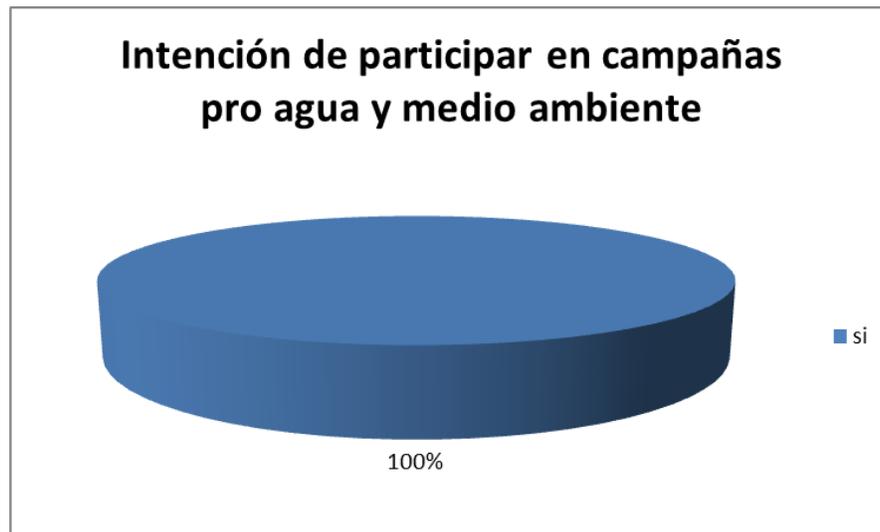
Gráfico 13: Organizaciones sugeridas para la protección del agua.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

La percepción de las personas encuestadas a través de la muestra establecida, reconocen e identifican que las organizaciones relacionadas con la Administración del Acueducto Comunal, Asociaciones de Desarrollo y Sector Privado, son las quienes creen que deben comprometerse más en la protección del agua. Se destaca, por debajo de las citadas a la entidad rectora en el plano nacional, como es el AyA, la cual debería conducir en mayor medida estas acciones de protección.

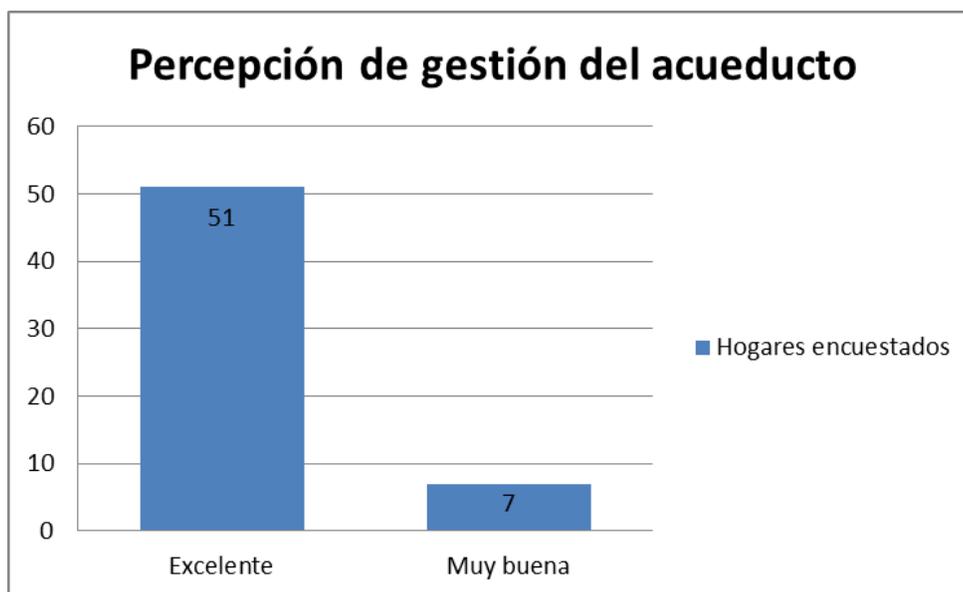
Gráfico 14: Intención de participar en campañas en pro del agua y del medio ambiente.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Este aspecto resulta muy interesante: la totalidad de los encuestados expresan que sí participarían en alguna actividad que se organice en su comunidad sobre protección del agua, salud y ambiente. No obstante, resulta como un gran reto para la ASADA, pues debe encontrar estrategias, las cuales logren el verdadero compromiso de los usuarios para asistir a las actividades que organicen y trascender con una participación activa en lo cotidiano. Debe saberse aprovechar con habilidad y campañas sostenidas en el tiempo, la percepción de la gente para fomentar e impulsar las campañas y el nivel de concientización para preservar el buen uso del agua y el medio ambiente.

Gráfico 15: Percepción de la gestión del acueducto.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se resalta la percepción de la muestra de los encuestados, más de un 88%, sobre la calificación de la gestión del acueducto, mayoritariamente la indican como una gestión excelente, esa percepción complace el esfuerzo que se realiza a través de las ASADAS en su administración y el esfuerzo cotidiano.

11. Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza, Palmares.

En primer lugar, se establece el Equipo de PSA de acuerdo con las necesidades y posibilidades de la ASADA.

Cuadro 2. Equipo de Plan de Seguridad del Agua de la ASADA Rincón de Zaragoza.

Nombre	Cargo	Responsabilidad en el PSA
Geovanny Rojas Rojas	Administrador de la ASADA	Aspectos generales y comunicación con la comunidad
Marcia Castillo García	Secretaria ASADA	Aspectos administrativos
Álvaro Vargas Monge	Miembro de Junta Administrativa de la ASADA	Consulta y toma de decisiones con la Junta
Marilú Vargas Rodríguez	Encargada de Gestión Ambiental	Educación Ambiental
José Ángel Ramírez Jiménez	Fontanero	Aspectos técnicos

Fuente: Elaboración propia, 2018.

12. Identificación de peligros del sistema de la ASADA Rincón y valoración cuantitativa y cualitativa del riesgo.

Se describen los peligros asociados con cada componente del sistema del acueducto y se determina el riesgo potencial para priorizar su atención.

Valoración cualitativa

Con base en el criterio experto y la experiencia de los funcionarios de la ASADA, se evalúa en consenso cada criterio.

Criterio para clasificar los peligros y los riesgos:

Peligro: Agentes físicos, biológicos, químicos o radiológicos que 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 al 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 al proceso no se pueden controlar por completo, pero la frecuencia del evento no es constante y en caso de que ocurriera, la afectación resulta algo significativa y requiere medidas de atención.

Riesgo alto: a pesar de todas las condiciones preventivas que se puedan tomar para controlar el riesgo, su naturaleza y condiciones hacen que 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 muestran los factores definidos con el propósito de determinar los riesgos, para lo cual a través del criterio de experto en la visita de campo. Con base en entrevistas 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 que se presenten los peligros identificados

Gravedad: Nivel de afectación que pueda 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 a que se enfrenta la ASADA en cada componente de su sistema y la cuantitativa, permite determinar la prioridad de atención requerida por cada riesgo.

A continuación, se muestra dicha valoración.

Cuadro 3: Identificación de peligros y valoración cuantitativa y cualitativa de riesgos de la ASADA Rincón de Zaragoza.

Identificación de peligros y valoración cuantitativa y cualitativa de riesgos de la ASADA Rincón de Zaragoza						
Componente del sistema del acueducto	Peligro identificado	Valoración del riesgo				Justificación de valoración
		Cualitativo	Cuantitativo			
			Probabilidad	Gravedad	Puntuación y priorización	
Captación y conducción	Aumento de turbiedad en el agua por exceso de lluvia	Medio	3	2	6 Alta	Debido a las condiciones climáticas actuales tan inestables, no es posible controlar cuándo y cuánto llueve. Mucha lluvia puede aumentar la escorrentía y generar turbiedad en el cuerpo de agua
	Dificultad para que el agua entre a la planta de filtros por exceso de sólidos suspendidos	Medio	2	2	4 Mediana	No se puede controlar si llueve o no y en caso de llover en abundancia podría ocasionar el peligro identificado.
	Contaminación de las áreas de captación por ingreso de personas y animales que puedan dejar desechos.	Medio	2	2	4 Mediana	Por más restricciones que se pongan y avisos para no ingresar a la propiedad, no se puede tomar control de la voluntad de otros
	Reducción del caudal disponible por disminución de lluvias.	Medio	2	2	4 Mediana	El Cambio Climático es constante e incontrolable a corto plazo. La solución radica en hacer uso racional del agua y buscar métodos alternos para almacenamiento.
	Contaminación	Bajo	1	1	1	Las áreas se encuentran

	del agua por presencia de animales muertos en las tomas.				Baja	cercadas, limitan el paso de animales, el riesgo es bajo considerando datos históricos.
	Derrumbes y/o deslizamientos que obstaculicen el paso a las diferentes áreas del sistema, aumento en la turbiedad del río, daños parciales o totales en infraestructura.	Medio	2	2	4 Mediana	Las áreas del sistema se encuentra en medio de la naturaleza y algunas están más expuestas, en caso de un derrumbe o deslizamiento se verían afectadas.
	Contaminación de fuentes de agua por actividades agrícolas y/o ganaderas y por el uso de sustancias químicas.	Medio	2	2	4 Mediana	La zona es agropecuaria, el uso de sustancias químicas es inevitable y constante
	Formación de pozas con basura (hojarasca y otros desechos), lo cual retarda que el agua llegue al desarenador en época seca.	Media	2	2	4 Mediana	La zona está rodeada de árboles, las hojas se secan, caen y son trasladadas por el viento
	Posibles daños en las tuberías de conducción por estar expuestas en las áreas cercanas al río.	Medio	2	2	4 Mediana	Algunas áreas están expuestas sin protección
	Erosión de los suelos, aumento	Medio	2	2	4 Mediana	Proceso natural inevitable que incrementa con la acción

	de la turbiedad del agua.					humana, sin embargo, la ASADA cuenta por un plan de reforestación y limpieza periódica del cauce
	Perforación y/o rompimiento de la tubería provocando fugas.	Bajo	1	3	3 Baja	Existe un programa de mantenimiento de la tubería, permite identificar situaciones por resolver para evitar daños significativos
Tratamiento (desarenado, sedimentación, filtración, cloración)	Sobrepresiones por aire y/o golpe de ariete en la tubería que generen fugas.	Bajo	1	3	3 Baja	El sistema cuenta con tanques que quiebra gradientes que disminuyen la presión y energía del agua, reducen el riesgo del peligro mencionado
	Desgaste rápido de los materiales debido a su antigüedad y calidad.	Medio	2	2	4 Mediana	Debido a la función que cumplen y a los recursos limitados
	Desgaste interno de tuberías por abrasión como arena o gravilla.	Medio	2	2	4 Mediana	Por la presencia de partículas finas que ocasionan daños internamente
	Calidad dudosa de la sustancia desinfectante para el agua.	Bajo	1	3	3 Baja	Calidad controlada con análisis de laboratorio y evaluación de LNA
	Mano de obra defectuosa durante la instalación o reparaciones.	Medio	2	2	4 Mediana	Por error u omisión del fontanero
	Dosificación incorrecta de cloro para la desinfección.	Medio	2	3	6 Alta	Debido a que depende del caudal y del criterio experto (la inexperiencia o subjetividad puede afectar)
	Daños en la	Medio	2	3	6	Costa Rica es un país altamente

	infraestructura por causa de movimientos telúricos.				Alta	sísmico y no se puede predecir cuándo, dónde, ni la intensidad o magnitud del sismo.
	Caída de materiales (hojas, ramas, rocas, etc.) en la planta de tratamiento.	Medio	2	2	4 Mediana	El sistema está rodeado de flora, la caída de hojas y su traslado por efecto del viento son inevitables.
	Daño de válvulas.	Medio	2	3	6 Alta	Determinado como uno de los principales peligros a los que se expone un sistema de agua. Además, datos históricos de la ASADA revelan que esto ocurre periódicamente.
Almacenamiento y distribución	Fisuras en los tanques que provoquen el ingreso de sustancias que puedan contaminar el agua o bien, la pérdida del líquido por filtración.	Bajo	1	1	1 Baja	Los tanques reciben un mantenimiento trimestral, permite identificar situaciones por mejorar y corregir.
	Obstrucción en la tubería que limite el paso del agua a los usuarios.	Bajo	1	2	2 Baja	Datos históricos no revelan riesgo de este peligro.
	Tráfico pesado sobre tubería mal cimentada o recubierta que provoque daños en ella.	Bajo	1	2	2 Baja	Existe tránsito libre de vehículos pesados cerca de las zonas por donde pasa la tubería,
	Raíces de árboles que obstruyan la	Bajo	1	1	1 Baja	Por cuanto la ASADA compró las propiedades colindantes con

	tubería.					la naciente y las instalaciones centrales de la ASADA
	Daños en tanques de almacenamiento y tubería de distribución por eventos naturales extremos.	Medio	2	2	4 Mediana	No se puede tener control de los eventos naturales extremos, sin embargo, su frecuencia no es muy alta.
	Conexiones ilícitas.	Bajo	1	1	1 Baja	No se puede catalogar como nulo, sin embargo, existe un buen control de la red de distribución que permite identificar anomalías.
	Reducción del caudal disponible debido a daños en la captación.	Medio	2	2	4 Mediana	Debido a los eventos naturales junto con la acción humana, las áreas de captación se ven afectadas.
Uso intradomiciliario	Consumo inadecuado y/o desmedido de agua.	Alto	3	2	6 Alto	Falta de conciencia en los usuarios. No se pueden controlar sus acciones dentro de su casa.
	Presencia de fugas.	Medio	2	2	4 Mediana	Muchas fugas ocurren dentro del hogar y no siempre se da el seguimiento adecuado para identificarlas y repararlas.
	Medidores en mal estado no reportados.	Bajo	1	1	1 Baja	La ASADA cuenta con un control estricto sobre el estado de sus medidores y además rinde cuentas al AyA sobre ellos.
	Falta de mantenimiento a la tubería interna.	Medio	2	2	4 Mediana	En términos generales, los usuarios de un sistema de agua, pocas veces o casi nunca, dan mantenimiento a su tubería; se limitan a las medidas que tome el prestador del servicio.
Administración de	Fallo en el	Bajo	1	2	2	Porque es una plataforma más

la ASADA	software de cobros.				Baja	estable en la que interactúan menos actores
	Uso inadecuado de los recursos económicos.	Bajo	1	2	2 Baja	Se mantienen bitácoras y rendiciones de cuentas a la comunidad y al AyA.
	Falta de personal capacitado disponible para realizar función específica (Ej.: fontanero único que se enferme).	Alto	3	3	9 Alta	La ASADA cuenta con poco personal y únicamente con un fontanero.
	Actos de vandalismo.	Bajo	1	1	1 Baja	La comunidad es muy unida e identificada con la labor de la ASADA
	Falta de corriente eléctrica que interfiera en los procesos regulares de la ASADA.	Medio	2	2	4 Mediana	La ASADA no puede controlar si se va la luz o no, por lo tanto el sistema de bombeo se podría ver afectado, pues no se cuenta con planta eléctrica de emergencia.
	Conflictos entre colaboradores y/o con miembros de la comunidad.	Bajo	1	2	2 Baja	La comunidad es muy unida e identificada con la labor de la ASADA
	Corrupción.	Bajo	1	2	2 Baja	La ASADA debe rendir cuentas sobre el manejo de sus recursos y además es auditada por el AyA.
	Morosidad de los usuarios.	Bajo	1	2	2 Baja	Existe un sistema de cobros eficiente y la comunidad es muy unida e identificada con la labor de la ASADA

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Los riesgos calificados con mayor puntuación son aquellos asociados con eventos naturales de los que resulta imposible tener control, por lo anterior es indispensable realizar proyecciones y preparar medidas para prevenir, mitigar y compensar los efectos que pudieran ocurrir. El segundo factor, asociado a los riesgos más significativos, corresponde al humano, donde destaca la necesidad de preparar a más de una persona en una función determinada, para que en caso de ausentarse el titular por alguna razón, no quede descubierta la labor requerida.

También, se muestra la necesidad de establecer protocolos para la atención de tareas específicas. Por ejemplo, la dosificación del cloro y el cambio de válvulas, para reducir el riesgo por error humano o de criterio. Además, se determina como elemento clave el involucramiento de la comunidad en el proceso de implementación del PSA, pues gran parte de los problemas identificados se deben a no poder controlar lo que los usuarios hagan dentro de sus casas y empresas, por lo cual descuidar este punto sin duda alguna, generaría una afectación directa a la gestión de la ASADA.

Cabe destacar, que cada peligro analizado en este documento, aunque no se catalogue como prioritario, requiere conocerse por los funcionarios de la ASADA e inclusive por la comunidad, de modo que se promueva y procure una participación activa de todos los actores involucrados. Lo anterior, para no descuidar aquellas situaciones, las cuales tal vez no se muestren como urgentes o se consideren controladas y evitar sorpresas negativas.

Una vez se conforma el Equipo de PSA y se realiza el diagnóstico, la identificación de peligros y valoración del riesgo asociado en equipo, se plantea el PSA para la ASADA Rincón, el cual se desarrolla por cada componente del sistema de abastecimiento.

Cuadro 4: Matriz Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza.

Plan de Seguridad del Agua para la ASADA Rincón de Zaragoza							
Componente del sistema: Captación y conducción							
Medio involucrado	Evento peligroso	Peligro	Valoración cualitativa del riesgo (alto, medio o bajo)	Valoración cuantitativa del riesgo (puntos)	Medida de prevención, mitigación o compensación	Frecuencia	Responsable
Agua	Aumento de lluvias	Erosión de suelos y aumento de turbiedad en el agua	Media	6 Alta	-Reforestación con especies autóctonas a la orilla del río.	Anual	Marilú V y Álvaro V
					-Colocación de barreras con sarán a la orilla del río y cerca de los sitios de captación	Trimestral	Geovanny R
					Limpieza constante de barreras y sitios de captación.	Mensual	Marilú V y Geovanny R
					Captación completa de la fuente por tubos (se requiere financiamiento de terceros).	Depende la viabilidad ambiental, del tiempo de presentación de la solicitud y tramitología legal.	Geovanny R y Junta Directiva de la ASADA
Agua	Presencia de sólidos suspendidos	Dificultad para que el agua entre a la planta de filtros por exceso de sólidos suspendidos	Medio	4 Mediana	-Colocación de barreras pre sedimentadoras antes de los sitios de captación y mantenimiento de ellas	Mensual	Marilú V y Geovanny R

Agua	Presencia de personas y animales cerca	Contaminación del agua por presencia de personas y animales en el cuerpo de agua (excretas, desechos).	Medio	1 Bajo	Cercar zona de protección del cuerpo de agua para evitar el ingreso de personas y animales; y dar el mantenimiento de la misma. Colocar rotulación de prohibición de paso. Dar mantenimiento a la rotulación de las partes del sistema. Enviar comunicados a la población sobre la importancia del resguardo de las fuentes.	Trimestral	Geovanny R y Marilú V.
		Reducción del caudal disponible por disminución de lluvias	Medio	4 Mediana	Adquisición de más tanques de reserva. Campañas para concientización sobre el uso sostenible del agua. Racionamientos de agua.	Según las posibilidades de la Asada. Las campañas semestrales y el racionamiento o cuando resulte necesario.	Geovanny R
Agua y suelo	Actividades agrícolas o ganaderas cercanas	Contaminación del agua y suelo por sustancias químicas y/o materia orgánica (excretas de animales, residuos de procesos de	Medio	4 Mediana	Elaboración de inventario de fincas ganaderas y agrícolas, distancias de las fuentes de agua y tipo de sustancias químicas que utilizan.	Semestral	Geovanny R

		siembra, etc.)					
Suelo	Época seca	Formación de pozas con basura (hojarasca y otros desechos) que retardan la llegada del agua al desarenador en época seca	Alta	4 Media	Limpieza periódica de las áreas implicadas	Semanal	Marilú V
Físico	Exposición a la intemperie	Posibles daños en las tuberías de conducción por estar expuestas en las áreas cercanas al río	Medio	4 Media	Protección y mantenimiento de la tubería. Utilización de pintura anticorrosiva.	Anual	Geovanny R y José Ángel R.
Suelo	Exceso de lluvia	Derrumbes y/o deslizamientos por saturación de suelos	Medio	4 Mediana	Inspección de las propiedades de la ASADA y del estado de la infraestructura.	Trimestral	Geovanny R y José Ángel R.
					Colocación de muros de contención si es necesario.	Depende de si se requiere o no, en caso de ser necesario, un muro tiene vida útil de varios años.	

					Reforzamiento/ estabilización de terrenos con colocación de drenajes y gaviones en caso de ser necesario	Anual	
Componente del sistema: Tratamiento (desarenado, sedimentación, filtración, cloración)							
Medio involucrado	Evento peligroso	Peligro	Riesgo (alto, medio o bajo)	Valoración cuantitativa del riesgo (puntos)	Medida de prevención, mitigación o compensación	Frecuencia	Responsable
Físico	Exceso de aire en la tubería y/o aumento de la cantidad y fuerza de agua que pasa por segundo	Sobrepresiones por aire y/o golpe de ariete en la tubería que generen fugas.	Bajo	3 Baja	Mantenimiento de tanques quiebra gradientes y colocación de sistema de alarma en caso de aumento de presión del agua	Trimestral	Geovanny R
	Vida útil de los materiales y aspectos meteorológicos	Desgaste rápido de los materiales debido a su antigüedad y calidad.	Medio	4 Mediana	Uso de bitácora para control de compra de materiales y control periódico del mantenimiento Realizar inspecciones oculares	Diario	Geovanny R
	Presencia de material particulado en el agua	Desgaste interno de tuberías por abrasión con arena o gravilla.	Medio	4 Mediana	Limpieza de tubería con agua a presión	Semestral	Geovanny R y José Ángel R.
Químico y biológico	Uso de desinfectante de mala calidad	Calidad dudosa de la sustancia desinfectante para el agua	Bajo	3 Baja	Control de calidad con exámenes periódicos de laboratorio. Especificaciones en carteles de licitación sobre calidad de los productos	Semestral	Geovanny R

Físico	Factor humano	Mano de obra defectuosa durante la instalación o reparaciones.	Medio	4 Mediana	Creación y uso de protocolos y listas de chequeo para control de procesos de instalación y reparación	Cada vez que se requiera realizar alguna reparación y/o instalación	Geovanny R y José Ángel R.
Químico	Factor humano	Dosificación incorrecta de cloro para la desinfección.	Medio	6 Alta	Definición y uso de protocolos y listas de chequeo para control de la dosificación de cloro	Diario	Geovanny R y José Ángel R.
Físico	Actividad sísmica	Daños en la infraestructura a causa de movimientos telúricos.	Medio	6 Alta	Revisión del sistema de la ASADA e implementación de mejoras. Implementación de un Plan de Emergencias	Semestral	Geovanny R y José Ángel R.
Físico	Exposición de la planta a la intemperie	Caída de materiales (hojas, ramas, rocas, etc.) en la planta de tratamiento.	Medio	2 Bajo	Limpieza periódica de los alrededores y sitios de la planta	Semanal	Marilú V
Físico	Exposición a cambios de presión y término de vida útil de los materiales	Daño de válvulas	Medio	6 Alta	Mapeo de la tubería y colocación de los puntos donde hay válvulas. Realizar clasificación de estado de las válvulas (Por ej: A-Válvulas en excelente estado, B-Válvulas con poco desgaste en buen estado, C-Válvulas con deterioro considerable y D-Válvulas con desgaste significativo que requiere cambio a	Semestral	Geovanny R y José Ángel R.

					la brevedad. Uso de bitácora para anotar fechas de cambios o arreglos de válvulas.		
Componente del sistema: Almacenamiento y distribución.							
Medio involucrado	Evento peligroso	Peligro	Riesgo (alto, medio o bajo)	Valoración cuantitativa del riesgo (puntos)	Medida de prevención, mitigación o compensación	Frecuencia	Responsable
Físico-químico	Desgaste de los materiales	Fisuras en los tanques que provoquen el ingreso de sustancias que puedan contaminar el agua o bien, la pérdida del líquido por filtración.	Bajo	1 Bajo	Mantenimiento periódico de tanques para identificar situaciones por mejorar y corregir.	Trimestral	Geovanny R y José Ángel R
Físico	Presencia de sólidos suspendidos, corrosión u otro material en la tubería	Obstrucción en la tubería que limite el paso del agua a los usuarios.	Bajo	2 Baja	Mantenimiento periódico	Anual	Geovanny R y José Ángel R
Físico	Tránsito de vehículos pesados sobre tubería mal cimentada o recubierta	Daños en la tubería por tránsito de vehículos pesados	Bajo	2 Baja	Colocación de reductores de velocidad y señalización en las áreas por donde pase la tubería del acueducto. Paso regulado para vehículos pesados.	Mantenimiento anual	Geovanny R y José Ángel R
Físico	Presencia de flora en las cercanías del sistema del	Raíces de árboles que obstruyan la tubería.	Bajo	1 Baja	Demarcación de "área de protección" del sistema del acueducto	Mantenimiento semestral	Geovanny R y Marilú V

	acueducto						
Físico	Eventos naturales	Daños en tanques de almacenamiento y tubería de distribución por eventos naturales extremos.	Medio	4 Mediana	Creación de un plan de prevención y para atención de emergencias. Mantenimiento periódico del sistema del acueducto (ingreso a los sitios, compuertas, entre otros).	Trimestral	Geovanny R y José Ángel R
Físico	Factor humano	Conexiones ilícitas.	Bajo	1 Bajo	Inspección periódica de la red de distribución.	Cuatrimestre	Geovanny R y José Ángel R
Físico	Daños en la captación	Reducción del caudal disponible debido a daños en la captación	Medio	4 Mediana	Revisión y mantenimiento periódico de los sitios de captación	Trimestral	Geovanny R y José Ángel R
Componente del sistema: Uso intradomiciliario							
Medio involucrado	Evento peligroso	Peligro	Riesgo (alto, medio o bajo)	Valoración cuantitativa del riesgo (puntos)	Medida de prevención, mitigación o compensación	Frecuencia	Responsable
Físico	Factor humano	Consumo inadecuado y/o desmedido de agua	Alto	6 Alto	Creación de campañas y talleres para concientización sobre el uso responsable del agua tanto para estudiantes como para población en general. Ejemplos: -“Feria de productos para el hogar amigables con el ambiente y/o que permiten el ahorro del agua”. -Presentación de material con datos reales de la zona y	Semestral	Marilú V y Álvaro V

					estrategias para reducir el consumo. -Uso de slogan para crear conciencia: "La factura más cara es desperdiciar el agua".		
Físico	Deterioro en los materiales	Presencia de fugas.	Medio	4 Mediana	-Revisión y mantenimiento periódico de la tubería expuesta. -Campaña de identificación de fugas.	Diario para la comunidad. Semestral para las campañas.	Geovanny R, Álvaro V y José Ángel R. Debe incorporarse la participación de la comunidad quienes son los responsables del uso del agua en sus hogares.
Físico	Daños en medidores	Medidores en mal estado no reportados.	Bajo	1 Baja	Revisión periódica de los medidores. Notificación a los usuarios en las asambleas.	Control diario por parte de los usuarios y semestral por parte de la ASADA.	Geovanny R, Álvaro V y José Ángel R. Debe incorporarse la participación de la comunidad quienes son los responsables del uso del agua en sus hogares.
Físico	Factor humano	Falta de mantenimiento a la tubería interna.	Medio	4 Mediana	Realización de campañas para el mantenimiento de la tubería intradomiciliar. Creación de boletines o afiches sobre identificación de anomalías y mantenimiento eficiente.	Semestral	Geovanny R y Álvaro V
Componente del sistema: Administración de la ASADA							
Medio involucrado	Evento peligroso	Peligro	Riesgo (alto, medio o bajo)	Valoración cuantitativa del riesgo (puntos)	Medida de prevención, mitigación o compensación	Frecuencia	Responsable
Físico	Factor	Uso inadecuado	Bajo	2	Utilizar bitácora de	Diario	Marcia C y Geovanny

	humano	de los recursos económicos.		Baja	trabajo, elaboración de presupuesto y rendición de cuentas en la plataforma virtual, así como en las asambleas con los usuarios.		R
Físico	Factor humano	Falta de personal capacitado disponible para realizar función específica (Ej.: fontanero único que se enferme).	Alto	9 Alto	Capacitar a 2 o más personas sobre un tema, para que en caso de que uno falte, el otro pueda asumir sus labores. Elaborar un manual de fontanería, un manual informático y un protocolo de cloración, donde se muestren las partes del sistema involucradas, los principales problemas que se pueden enfrentar y los pasos para solucionarlos.	Cuatrimestre	Geovanny R
Físico	Factor humano	Actos de vandalismo.	Bajo	1 Bajo	Colocación de cámaras de seguridad en las instalaciones de la ASADA. Participar en una estructura de Barrio Organizado.	Constante	Geovanny R y Marcia C
Físico	Desabastecimiento eléctrico	Falta de corriente eléctrica que interfiera en los procesos regulares de la ASADA.	Medio	4 Medio	Cotizar para la adquisición de una planta eléctrica de emergencia. Llevar copia de control de aspectos administrativos en físico.	En caso de poder adquirir la planta, realizar mantenimiento anual. Control diario de	Geovanny R y Marcia C

						aspectos administrativos.	
Físico	Factor humano	Conflictos entre colaboradores y/o con miembros de la comunidad.	Bajo	2 Bajo	Establecimiento de código de ética para el personal de la ASADA. Procurar las buenas relaciones con la comunidad. Creación de un buzón de sugerencias.	Diario	Todos los funcionarios de la ASADA
Físico	Factor humano	Corrupción.	Bajo	4 Mediana	Rendir cuentas sobre el manejo de los recursos de la ASADA a la comunidad y además acatar lo indicado por AyA en sus auditorías. Denunciar cualquier acto impropio relacionado con la ASADA.	Semestral	Junta Directiva de la ASADA
Ético/Mora 1	Factor humano y económico	Morosidad de los usuarios.	Bajo	2 Baja	Reforzar los comunicados para recordar las fechas de pago.	Mensual	Marcia C

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo con el tercer objetivo específico, enseguida se presenta una lista de chequeo cuyo propósito es facilitar la evaluación al implementar el Plan de Seguridad del Agua propuesto. Se elabora al tomar cada criterio considerado en el PSA como elemento para ser evaluado.

Cuadro 5. Lista de Chequeo para evaluar el Plan de Seguridad del Agua de la ASADA Rincón de Zaragoza.

Lista de Chequeo para evaluar el Plan de Seguridad del Agua de la ASADA Rincón de Zaragoza				
Fecha:			Aplicado por:	
Componente del sistema: Captación				
Nº	Aspecto por evaluar	¿Se realizó?		Observaciones
		Sí	No	
1	¿Se realizó un análisis de factibilidad para la compra de uno o más tanques de reserva?			
2	¿Se realizó limpieza de los sitios de captación? (mensual)			
3	¿Se reforestaron áreas para protección del cauce del río? (anual)			
4	¿Se realizó un estudio de viabilidad ambiental y económica para entubar la fuente de agua?			
5	¿La zona de protección del cuerpo de agua está cercada en su totalidad?			
6	¿Se ha dado mantenimiento a la cerca de protección? (pintura, alambre en buen estado, etc.) (Trimestral)			
7	¿Se colocó rotulación de prohibición de paso en el área de protección de la fuente? (Trimestral)			
8	¿Se dio mantenimiento a la rotulación de las partes del sistema? (Trimestral)			
9	¿Se enviaron comunicados a la población sobre la importancia del resguardo de las fuentes? (Trimestral)			
10	¿Se elaboró y documentó un inventario de fincas ganaderas y agrícolas, distancias de las fuentes de agua y tipo de sustancias químicas que utilizan? (Semestral)			
11	¿Se realizó una inspección a las propiedades de la ASADA y del estado de la infraestructura para determinar vulnerabilidad ante un deslizamiento? (Trimestral)			
12	¿Se realizó un estudio para determinar la necesidad y viabilidad de colocar muros de contención para prevenir deslizamientos? En caso de resultar afirmativo, ¿se colocó alguno?			
13	¿Se reforzaron o estabilizaron terrenos			

	colocando drenajes y gaviones? (Anual)			
Componente del sistema: Tratamiento (desarenado, sedimentación, filtración, cloración)				
14	¿Se dio mantenimiento de tanques quiebra gradientes (limpieza, verificación de estado, otros)? Trimestral			
15	¿Se colocó un sistema de alarma en caso de aumento de presión del agua?			
16	¿Se realizan inspecciones oculares en las áreas de desarenado, sedimentación, filtración y cloración? ¿Se anotaron los hallazgos en una bitácora? (Semanal)			
17	¿Se lleva un control de compra de materiales y un control periódico del mantenimiento anotados en bitácora? (Diario)			
18				
19	¿Se controla la calidad del agua con exámenes periódicos de laboratorio? (Semestral)			
20	¿Se cuenta con las fichas técnicas de la sustancia desinfectante para el agua? (Cloro u otra sustancia)			
21	¿Se definieron protocolos y listas de chequeo para el control de procesos de instalación y reparación? (Deben usarse cada vez que se requiera)			
22	¿Se ha definido un protocolo para el uso y control de la dosificación de cloro? ¿Se hizo del conocimiento de los responsables y se utiliza?			
23	¿Se ha elaborado un plan para la prevención y atención de emergencias para las instalaciones de la ASADA?			
24	¿Se aplica la revisión del sistema del acueducto, se anotan las mejoras requeridas y se calendariza su atención? (Semestral)			
25	¿Se realiza limpieza periódica de los alrededores y sitios de la planta para mantener el orden y aseo? (Semanal)			
26	¿Se ha elaborado un mapeo de la tubería y colocación de los puntos donde hay válvulas?			
27	¿Se realizó un reporte y una clasificación del estado de las válvulas? (Semestral)			
Componente del sistema: Almacenamiento y distribución.				
28	¿Se da mantenimiento periódico de tanques para identificar situaciones por mejorar y corregir (fisuras, musgo, entre otros)? Trimestral			
29				
30	¿Se colocaron reductores de velocidad y señalización en las áreas por donde pase la tubería del acueducto? (Anual)			
31	¿Se regula el paso de vehículos pesados?			
32	¿Se realizó demarcación de "área de			

	protección” del sistema del acueducto para evitar siembra de especies naturales que obstruyan la tubería y se le da mantenimiento?			
33	¿Se brinda mantenimiento periódico del sistema del acueducto (ingreso a los sitios, compuertas, entre otros)? (Trimestral)			
34	¿Se realizó inspección de la red de distribución para verificación de aparición de conexiones ilícitas y control de ellas? (Cuatrimestre)			
35	¿Se revisan y da mantenimiento periódico a los sitios de captación? (Trimestral)			
Componente del sistema: Uso intradomiciliario				
36	¿Se han creado campañas y talleres para concientización sobre el uso responsable del agua tanto para estudiantes como para población en general? (Semestral)			
37	¿Se promueve la revisión y mantenimiento periódico de la tubería expuesta en los domicilios? (Semestral- Constante en redes sociales)			
38	¿Se realizan campañas de identificación de fugas? (Semestral)			
39	¿Se promueve la revisión periódica de los medidores a los usuarios de la ASADA?			
40	¿Se realizaron campañas para el mantenimiento de la tubería intradomiciliar? (Semestral)			
41	¿Se crearon y entregaron boletines o afiches sobre identificación de anomalías y mantenimiento eficiente de la tubería interna? (Semestral)			
Componente del sistema: Administración de la ASADA				
42	¿Se realiza una revisión periódica por parte de un técnico que mantenga el programa actualizado y protegido? (Mensual)			
43	¿Se utiliza bitácora de trabajo, elaboración de presupuesto y rendición de cuentas en la plataforma virtual así como en las asambleas con los usuarios respecto del uso de recursos económicos?			
44	Capacitar a 2 o más personas sobre un tema, para que en caso de que uno falte, el otro pueda asumir sus labores.			
45	¿Se elaboró un manual de fontanería y se comunicó al personal de la ASADA?			
46	¿Se elaboró un manual informático sobre el uso del sistema de cobros?			
47	¿Se elaboró un protocolo de cloración donde se muestren las partes del sistema involucradas, los principales problemas que se pueden enfrentar y los pasos para solucionarlos?			

48	¿Se colocaron cámaras de seguridad en las instalaciones de la ASADA y se participa en una estructura de Barrio Organizado?			
49	¿Se ha solicitado una cotización para la adquisición de una planta eléctrica de emergencia?			
50	¿Se maneja copia de control de aspectos administrativos en físico? (Diario)			
51	¿Se rinden cuentas sobre el manejo de los recursos de la ASADA a la comunidad y además acatar lo indicado por AyA en sus auditorías?			
52	¿Se realizan comunicados a los usuarios para recordar las fechas de pago y evitar la morosidad? (Mensual)			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

13. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones:

- Un PSA no puede ser solamente un machote que se llena, debe adaptarse a la particularidad de cada sitio para no perder tiempo ni dinero en medidas que no corresponden y para no ser sorprendidos por aspectos sin considerar.
- Resulta indispensable un mayor apoyo de la Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados, en conjunto con el Laboratorio Nacional de Aguas (ambos de AyA) a las ASADAS con respecto del control de los aspectos ambientales, para su adecuada atención. Lo anterior, pues las condiciones económicas y organizativas de las ASADAS son muy variables unas de otras.
- La ASADA Rincón de Zaragoza cuenta con una muy buena gestión técnica y administrativa, sin embargo, no tiene el personal suficiente para dar mantenimiento al sistema del acueducto.
- Resulta indispensable el involucramiento de los diferentes actores sociales de la zona, para poder realizar una verdadera gestión integrada del recurso hídrico. A éstos, se les puede invitar a participar como miembros activos del comité de PSA.

- El ordenamiento territorial será una herramienta clave para el uso sostenible del agua, por lo tanto, la acción de la Municipalidad de Palmares como gobierno local será determinante. Lo anterior, si se considera que no existe un plan regulador para el cantón.
- La ASADA Rincón de Zaragoza no brinda el servicio de saneamiento, por lo que es indispensable atenderlo en conjunto con los actores sociales involucrados, pues un manejo inadecuado de las aguas residuales puede ocasionar afectaciones a la salud pública. Por lo tanto, estos resultados son útiles para la ASADA y todos los actores sociales involucrados, con el fin de buscar soluciones conjuntas para atender el tema de saneamiento. Una gestión articulada entre todos los involucrados, donde se defina la participación correspondiente a cada quien.
- Los datos históricos sobre la zona donde se ubica la ASADA, son de gran importancia para poder tomar en consideración hechos que tal vez no se presentan en la actualidad.
- De la totalidad de los hogares encuestados, más de un 88% califica la gestión del acueducto como excelente, percepción que complace el esfuerzo que se realiza a través de las ASADAS en su administración y el esfuerzo que día a día se efectúa.

Recomendaciones:

- Para la elaboración de un Plan de Seguridad del Agua de una ASADA, se requiere del apoyo de un experto en el campo de la gestión ambiental y la participación de los miembros de la ASADA, pues son quienes mejor conocen su sistema.
- La identificación de peligros debe realizarse necesariamente con visitas a cada parte del sistema del acueducto y posteriormente, reunirse con el equipo de PSA para juntar percepciones, de modo que se abarque todo lo posible.
- Debido a la limitación de recursos que tienen las ASADAS en su mayoría, puede resultarles muy útil buscar colaboración en Universidades para que los educandos

practicantes puedan desarrollar sus proyectos en ellas y de este modo se cubren las necesidades de ambas partes.

- La implementación de tecnologías limpias como las biojardineras en la ASADA, puede considerarse como una opción adicional para el tratamiento de las aguas e inclusive, instruir a la población para el uso de ellas como un mecanismo complementario.
- La implementación de Planes de Seguridad del Agua, debe pasar de ser opcional a un requisito fundamental y prioritario en cuanto a la gestión de las ASADAS, para lo cual, la rectoría del AyA es indispensable.
- La ASADA Rincón debe invertir en capital humano y capacitación, de modo que el riesgo por falta de un especialista en temas como por ejemplo fontanería, disminuya y evite contratiempos.
- Debe saberse aprovechar con estrategias y campañas sostenidas en el tiempo, la percepción de la gente para fomentar e impulsar las campañas y el nivel de concientización para preservar el buen uso del agua y el medio ambiente.
- La utilización de la lista de chequeo propuesta para la evaluación del PSA, puede resultar una herramienta clave para comprender el plan como tal y además para agilizar su monitoreo y control.

14. Bibliografía

Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), 2017. Fondo del Agua. (En línea). Consultado 17 jun. 2017. Disponible en: <http://www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas/donde-trabaja/paises/costa-rica.html>

AyA, PNUD, CEDARENA, 2013. Manual para las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) de Costa Rica (en línea). Consultado 2 agosto, 2017. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual%20para%20las%20ASADAS%20-%20Cedarena%20-%20Transparencia%20y%20Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas.pdf>

Barrantes E., R. 2000. Investigación, Un camino al conocimiento. San José, CR. Editorial UNED. 264 p.

Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental de la Organización Panamericana de la Salud, 2010. Desinfección. (en línea). Consultado 30 jul. 2017. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoII/diez.pdf>

Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental de la Organización Panamericana de la Salud, 2002. Principios básicos de la desinfección del agua. (en línea). Consultado 30 jul. 2017. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind55/pribas/pri.html>

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002. Desinfección del Agua. (en línea). Consultado 30 jul. 2017. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/fulltext/libro.pdf>

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), 2006. Amenazas Naturales Cantón de Desamparados. (en línea). Consultado el 17 jun. 2017. Disponible en: <https://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/PALMARES.htm>

Dirección de Agua, MINAE. 2017. Indicadores de la Gestión del Recurso Hídrico. (en línea). Consultado 17 jun. 2017. Disponible en: <http://www.da.go.cr/indicadores-de-la-gestion-del-recurso-hidrico/>

García, R. 2002. Biología de la conservación: conceptos y prácticas. 1^{era} ed. Santo Domingo de Heredia. Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. 168 p.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). 2015. Manual de Procedimientos de la Categoría de Entes Operadores, Programa Sello de Calidad Sanitaria. (en línea). Consultado: 5 ago. 2016. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/laboratorio/selloCalidad/SitePages/Documentaci%C3%B3n%20del%20Programa.aspx>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), 2013. Manual Informativo: Aspectos básicos para la gestión de las nuevas Juntas Directivas de las ASADAS. (en línea). Consultado 2 ago. 2017. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Aspectos%20B%C3%A1sicos%20de%20las%20ASADAS.pdf>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, CH). 2007. Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. (en línea). Consultado 05 ago. 2016. Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, CH). 2008. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. El Cambio Climático y el Agua. Secretaría del IPCC, Ginebra, 224p.

Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), AyA. 2016. Manual de Procedimientos de la Categoría de Entes Operadores del Programa Sello de Calidad Sanitaria. San José, Costa Rica. 33 p.

Mata, A. 2010. Sistemas fallan en protección de fuentes acuíferas y cloración del líquido. La Nación, San José, CR, ago. 08.

Municipalidad de Palmares, 2017. Cantón de Palmares: Datos de los Cantones. (en línea). Consultado 17 jun. 2017. Disponible en: http://www.munipalmares.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=2273&Itemid=2191

Nacionales Unidas (ONU), 2014. Implementación de la gestión de recursos hídricos. Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio. (en línea). Consultado 04 ago. 2016. Disponible en:

http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/01_impleme_Water_esp_web.pdf

Núñez, S. 2015. Informe de gestión 2014 de la Subgerencia de Gestión de Sistemas del AyA. San José, Costa Rica.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Guías para la calidad del agua potable. Volumen I.

Organización Mundial de la Salud (OMS), 2016. Agua. (en línea). Consultado 17 jun. 2017. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>

Organización Mundial de la Salud (OMS), 2009. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo (en línea). Consultado 25 jul. 2017. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75142/1/9789243562636_spa.pdf

Organización Mundial de la Salud (OMS), 2006. Planes de seguridad del agua. (en línea). Consultado 25 jul. 2017. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_4_fig.pdf?ua=1

Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), 2006. Planes de seguridad del agua. (en línea). Consultado 25 jul. 2017. Disponible en: http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-5sas.htm#2.5_____Control_y_vigilancia_de_la_calidad_del_agua

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), Representación en Paraguay, 2013. Guía Metodológica para la elaboración de Planes de Seguridad del Agua. (en línea). Consultado 5 agosto, 2017. Disponible en: http://www.mdgfund.org/sites/default/files/ENV_MANUAL_Ecu_Planes%20de%20Seguridad%20del%20agua.pdf

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 2002. Desinfección del agua. (en línea). Consultado 17 jun. 2017. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/fulltext/libro.pdf>

Periódico El Sol de Occidente, 2014. ASADA al servicio de la Comunidad de Palmares. (en línea). Consultado 17 jun. 2017. Disponible en: <http://elsoldeoccidente.com/enlinea/2014/04/asada-al-servicio-de-la-comunidad-de-palmares/>

Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible Costa Rica. 2015. Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José-C.R. 440p.

Robles, C. 2007. Metodología Cuantitativa y Cualitativa. (en línea). Consultado 06 ago. 2016. Disponible en <http://www.slideshare.net/robles585/la-investigacin-cuantitativa>

Rojas, K. 2017. Cuestionario sobre ASADAS, elaboración propia de la autora de este proyecto de graduación. Oficina Regional de Acueducto Comunes Central. Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados, Pavas. San José, Costa Rica.

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), 2013. Boletín Jurídico, Volumen 1, N°1: La protección jurídica de los recursos hídricos. (en línea). Consultado 12 oct. 2016. Disponible en <http://www.senara.or.cr/direccion%20juridica/boletin%20agua.pdf>

Vásquez, A. 2007. Antología Planificación y Manejo de Áreas Silvestres Protegidas. San José, CR. EUNED. 150 p.

15. Anexos

15.1. Anexo 1. Encuesta para evaluar los aspectos de los 4 componentes de los servicios de agua potable

Encuesta para evaluar los aspectos de los 4 componentes de los servicios de agua potable

NOMBRE DEL ACUEDUCTO: _____

Provincia _____ Cantón _____ Distrito _____

Nombre de quien llena la encuesta _____

Puesto en la organización _____ Fecha _____

DATOS GENERALES DEL ACUEDUCTO

Número de Servicios _____ ¿Cuántos con medición? _____ ¿cuántos fijos? _____

Población abastecida _____ Número de previstas _____

Tipo de acueducto: gravedad _____ bombeo _____ mixto _____

Número de sistemas _____ Número tanques de almacenamiento _____

Volumen de los tanques _____ m³ _____ m³ _____ m³

FUENTES DE AGUA: PRODUCCIÓN Y PROTECCIÓN

Tipo y número de fuentes:

Pozo ___ Nacientes _____ Río _____ Quebrada ___ Embalse _____

Caudal promedio de las fuentes _____ L/seg.

La oferta y demanda están equilibradas: Si ___ No ___

La demanda supera la oferta actual: Si ___ No ___

La oferta y la demanda tiene un horizonte de al menos 5 años: Si ___ No ___

La oferta y la demanda tiene un horizonte menor a 5 años: Si ___ No ___

(Si este dato no se conoce, solo indique el caudal de las fuentes y el número de servicios)

La tarifa incluye un porcentaje de la protección ambiental de las fuentes: Si ___ No ___

Se conoce la zona de recarga de las fuentes de agua subterráneas: Si ___ No ___

Las fuentes de agua tiene cercas de protección: Si ___ No ___

Las nacientes están bien captadas:

Si ___ No ___

Existen puntos de contaminación alrededor de fuentes de agua (100 m. radio): Si ___ No ___

CONTINUIDAD DEL SERVICIO (Abastecimiento de agua potable a la población)

El sistema abastece a la población, durante 24 hrs/diarias los 365 días del año: (si contesta con un SI, favor pasar al apartado de Tarifas)

Sí ___ No ___

El sistema abastece al menos, de 18 a 24 horas en estación seca:

Si ___ No ___

El sistema abastece de agua al menos 18 a 24 hrs/día durante el año:

Si ___ No ___

El sistema abastece de agua en menos de 18 hrs al día en estación seca

Sí ___ No ___

El sistema abastece de agua en menos de 18 hrs/diarias en todo el año:

Si ___ No ___

Indicar en qué período del año sucede esto _____

TARIFAS ADECUADAS PARA LA OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO

La tarifa promedio domiciliar por mes es de ¢ _____

La micro medición cubre del 95% al 100%: Si ____ No ____

La micro medición cubre entre el 50% a 95%: Si ____ No ____

La micro medición cubre entre el 10% a 50%: Si ____ No ____

La micro medición es menor al 10%: Si ____ No ____

CALIDAD DEL AGUA

El acueducto cuenta con un programa de control de calidad del agua (PCCA): Si ____ No ____

El acueducto cuenta con desinfección continua: Si ____ No ____

El acueducto suministra agua de calidad potable: Si ____ No ____

Los datos de calidad del agua fueron reportado en la fecha: _____

15.2. Anexo 2. Instrumento aplicado a hogares sobre manejo intradomiciliar del agua y aspectos ambientales.

		<p align="center">Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica Laboratorio de Hidrología Ambiental Proyecto PSA-Asada de Buenos Aires</p>			
<p>Instrumento aplicado a hogares sobre manejo intradomiciliar del agua y aspectos ambientales.</p>					
<p>La confidencialidad de la información que suministre está garantizada por el Artículo 4 de la Ley Nº 7839 de 1998 del SISTEMA DE ESTADISTICA NACIONAL.</p>					
Nombre del encuestador:			Nombre del digitador:		
Fecha:			Fecha:		
Sub sistema del acueducto:		Sector:		Número hogar:	
_____		_____		_____	
1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?		2. El agua que recibe esta entubada: ____ Sí ____ NO		3. El agua de consumo proviene de: ____ Pozo propio ____ Asada (acueducto comunal) ____ Otro	
4. Conoce el consumo de agua de su hogar (Cuánto gastan) ____ Sí ____ Cuánto? ____ NO		6. ¿Cuántos tubos y pilas hay en su casa? (pilas, lavamanos, servicios sanitarios, duchas) ____ Pilas ____ Lavamanos ____ Duchas ____ Servicios sanitarios ____ otros (tubos en jardín o cocheras)		7. Tienen agua las 24 horas del día ____ Sí ____ NO ¿Cuántas horas? _____	
8. El agua que recibe del acueducto se utiliza para (puede marcar varios) ____ Consumo humano ____ Cocinar		9. La cantidad de agua que recibe su hogar es: ____ Mucha ____ Adecuada		10. Ha sufrido cortes o interrupciones en el servicio de agua: () 1-2 veces por año	

<p> <input type="checkbox"/> Lavar ropa <input type="checkbox"/> Servicios sanitarios <input type="checkbox"/> Duchas <input type="checkbox"/> Limpiar <input type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/> Lavar carros <input type="checkbox"/> Limpiar establos u otros <input type="checkbox"/> Consumo animales <input type="checkbox"/> Otro (Especifique) <hr/> </p>	<p> <input type="checkbox"/> Poca </p>	<p> <input type="checkbox"/> 3-4 veces por año <input type="checkbox"/> 5-6 veces por año <input type="checkbox"/> 6-7 veces por año <input type="checkbox"/> más de 8 veces al año </p>
<p> 11. La calidad del agua que usted recibe es: <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Muy Buena <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/> Muy Mala </p>	<p> 12. Alguna vez ha recibido agua con alguna de las siguientes características (especifique, puede marcar varios): <input type="checkbox"/> color _____ <input type="checkbox"/> olor _____ <input type="checkbox"/> sabor _____ <input type="checkbox"/> turbidez _____ <input type="checkbox"/> otro _____ </p>	<p> 13. Si ha recibido agua con alguna de las características anteriores que tan frecuente es: <input type="checkbox"/> nunca <input type="checkbox"/> 1-2 veces por año <input type="checkbox"/> 3-4 veces por año <input type="checkbox"/> 5-6 veces por año <input type="checkbox"/> 6-7 veces por año <input type="checkbox"/> más de 8 veces al año </p>
<p> 14. ¿Utilizan algún sistema independiente al del acueducto para tratar el agua? (filtros, mallas, autodepuradores, clorador, etc.) <input type="checkbox"/> Sí _____ (Cuál) <input type="checkbox"/> NO </p>	<p> 15. Poseen algún sistema de almacenamiento de agua (tanque, estañones, botellas, etc.) <input type="checkbox"/> Sí _____ _____(capacidad) <input type="checkbox"/> NO </p>	<p> 16. Si hay un sistema de almacenamiento de agua le dan algún tipo de mantenimiento de limpieza cada cuánto. <input type="checkbox"/> Sí ¿Cada cuánto? _____ <input type="checkbox"/> NO 17. Si hay tanque está en circulación el agua. <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO </p>
<p> 18. En su hogar utilizan algún material en los tubos para que no pringue el agua (bolsas, trapos, etc.) <input type="checkbox"/> Sí _____ (Cuál) <input type="checkbox"/> NO </p>	<p> 19. Realizan mantenimiento en las tuberías de su hogar, reparación de fugas, cambio de tuberías, etc. <input type="checkbox"/> Sí ¿Cada cuánto? _____ <input type="checkbox"/> NO </p>	<p> 20. De que material es la tubería de su hogar (puede marcar varios): <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> hierro <input type="checkbox"/> otro _____ </p>

	_____NO	
<p>32. Aplican en su hogar medidas de higiene básicas (todas las personas del hogar): (Puede marcar varias y especifique)</p> <p>Lavarse las manos después de ir al servicio sanitario () Siempre () Mayoría () Poco () Nunca</p> <p>Se lava las manos antes de ingerir alimentos () Siempre () Mayoría () Poco () Nunca</p> <p>Lavarse las manos para preparar alimentos () Siempre () Mayoría () Poco () Nunca</p> <p>Lavarse las manos después de tocar mascotas o animales () Siempre () Mayoría () Poco () Nunca</p> <p>Recolectar los desechos y mantenerlos tapados () Siempre () Mayoría () Poco () Nunca</p> <p>Mantener alimentos siempre cubiertos () Siempre () Mayoría () Poco () Nunca</p> <p>Hay presencia de vectores transmisores de enfermedades () Siempre () Mayoría () Poco () Nunca (roedores, moscas, cucarachas, etc.)</p>		
<p>33. Alguna persona de su hogar se ha enfermado en el último año por alguna de las siguientes enfermedades:</p> <p>Dengue _____Sí _____NO</p> <p>Dengue hemorrágico _____Sí _____NO</p> <p>Diarrea _____Sí _____NO</p> <p>Rotavirus _____Sí _____NO</p> <p>Enterovirus _____Sí _____NO</p> <p>Hepatitis A _____Sí _____NO</p> <p>Malaria _____Sí _____NO</p> <p>Meningitis _____Sí _____NO</p>	<p>34. Qué hacen con los residuos sólidos de su casa : (Puede marcar varios)</p> <p>Los separa (recicla) _____ Coloca para recolección de basura _____</p> <p>Realiza compostaje _____ Los quema _____ Los tira a quebrada o río _____ Los tira a un lote _____ Los entierra _____ Otro _____</p>	<p>35. Sabía que la municipalidad recibe los residuos separados:</p> <p>_____ Sí _____ No</p>

<p>Leptospirosis ___ Sí _____ NO</p> <p>Leishmaniasis ___ Sí _____ NO</p> <p>Amebiasis ___ Sí _____ NO</p> <p>Fiebre tifoidea ___ Sí _____ NO</p>		
<p>36. En la comunidad ha ocurrido en el último año alguna actividad que pueda afectar la calidad del agua, por ejemplo (puede marcar varios):</p> <p>Ninguna _____</p> <p>Contaminación _____</p> <p>Tala de árboles _____</p> <p>Actividad industrial _____</p> <p>Actividad agrícola _____</p> <p>Actividad ganadera _____</p> <p>Vertederos _____</p> <p>Vandalismo _____</p> <p>Otros _____</p>	<p>37. Ha ocurrido en el último año algún fenómeno natural que pueda afectar la calidad o disponibilidad del agua, por ejemplo (puede marcar varios):</p> <p>Sismo o terremoto _____</p> <p>Deslizamientos _____</p> <p>Inundaciones _____</p> <p>Crecida de ríos _____</p> <p>Otros _____</p> <p>_____</p>	<p>38. Conoce de alguna acción o campaña de instituciones públicas o privadas en relación con la protección del agua:</p> <p>___ Sí _____</p> <p>(Cuál)</p> <p>___ NO</p>
<p>39. En la comunidad que organizaciones cree usted que deben comprometerse en la protección del agua (puede marcar varios):</p> <p>___ Acueducto comunal</p> <p>___ Municipalidad</p> <p>___ AyA</p> <p>___ Asociaciones de desarrollo</p> <p>___ Escuelas y colegios</p> <p>___ Sector privado</p> <p>___ Usuarios</p> <p>___ Otros</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>40. Participaría en alguna actividad que se organice en la comunidad sobre protección del agua, salud y ambiente:</p> <p>___ Sí</p> <p>___ No</p>	<p>41. ¿Cómo calificaría la gestión del acueducto?</p> <p>___ Excelente</p> <p>___ Muy Buena</p> <p>___ Buena</p> <p>___ Regular</p> <p>___ Mala</p> <p>___ Muy Mala</p>

15.3. Anexo 3. Formulario 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 ASADA Municipalidad Otro indicar _____

Nombre administrador o encargado del acueducto: _____

Teléfono _____ Correo electrónico _____

Nombre del fontanero del acueducto: _____ Teléfono _____

Cuentan con convenio con AyA: SI NO

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 NO Está operando SI

NO

Indique el tipo de desinfección utilizado para cada uno de los sistemas:

Sistema 1 _____ Sistema 3 _____

Sistema 2 _____ Sistema 4 _____

Existen áreas de protección: SI NO

Existen campañas de reforestación: SI NO

El acueducto participa en alguno de los Programas del LNA? SI NO CUAL _____

Observaciones: _____

Fecha de Inspección: _____

Firma representante del acueducto: _____

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

I-) INFORMACIÓN GENERAL

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

- | | Riesgo |
|--|--------|
| 1. (*) ¿Carece la naciente de cerca de protección perimetral que la proteja del acceso de personas y animales o está S / N 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, S / N 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 S / N está el sitio deforestado? | 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	
Versión: 1 Folio # _____	POZO	AYA-FIT-301A

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: _____

Nombre del pozo: _____

Dirección del pozo (coordenadas): _____

Se clora en el pozo: Sí: No:

El agua va para: _____

Tipo de pozo: Artesanal: Perforado: Acceso: Bueno: Regular: Malo:

Características del pozo:

Profundidad (m): _____ Diámetro (m): _____ Caudal (l/s): _____ Presión (psi): _____

Forma de extracción: _____ Bomba eléctrica: Indicar _____ Bomba manual:

la potencia (hp): _____

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

- | | Riesgo |
|--|--------|
| 1. ¿Carece el pozo de cerca perimetral de protección o ésta está defectuosa? | S / N |
| 2. ¿Carece el pozo de sello sanitario? | S / N |
| 3. ¿Carece de un adecuado desagüe para las aguas de limpieza? | S / N |

4. (*) ¿Existen focos de contaminación (tales como letrinas, basureros, PTAR de aguas residuales, etc.) a menos de 20S / N m del pozo?
5. ¿Si existen letrinas en los alrededores, están a un nivel más alto que el pozo? S / N
6. ¿Hay agua estancada en los alrededores del pozo? S / N
7. ¿Carece el pozo de brocal o tapa que no permita su contaminación? S / N
8. ¿Está el lote del pozo sucio y enmontado? S / N
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-303A
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

	Riesgo
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

	Riesgo
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, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial?	S / N

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:

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	 AYA-FIT-304A
Versión: 1 Folio # _____	DESARENADOR	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: _____

Nombre del desarenador: _____

Dirección del desarenador (coordenadas): _____

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

Se pre-clora en el desarenador: Sí: No: _____ Está pintado: Sí: No: _____

Acceso: Bueno: Regular: Malo:

Frecuencia de limpieza:

Mensual: Bimensual: Trimestral: Semestral: Otra: Especifique _____

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesgo
1. ¿Están las paredes agrietadas?	S / N
2. ¿Existe acumulación de hojas en el desarenador?	S / N
3. ¿La acera alrededor del tanque es de menos de 0,8 m de ancho o inexistente?	S / N
4. ¿Carece de guardapresa para el mantenimiento del desarenador?	S / N
5. ¿Está en mal estado de conservación general la estructura?	S / N
6. ¿Se notan sucias las paredes internas del desarenador (lo que sobresalga)?	S / N
7. (*) ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección perimetral alrededor del desarenador?	S / N
8. (*) ¿Está el lote donde se ubica el desarenador, sucio y enmontado?	S / N
9. (*) ¿Existen focos de contaminación en las inmediaciones del desarenador, tales como letrinas, animales, viviendas, S / N basura, actividad agrícola o industria, a menos de 20 m?	S / N
10. (*) ¿Hay crecimiento de algas o musgo en el desarenador?	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-306A
Versión: 1 Folio # _____	LÍNEA DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: _____

Población abastecida: _____

Número de servicios: _____

Dirección de la administración del sistema (coordenadas): _____

Fecha de instalación de las líneas: _____

Se clora en la línea: _____

Sí: No:

Número promedio de fugas reparadas por mes: _____

Material de la tubería:

PVC:

Otro: detalle _____

Diámetro menor (mm/pulg): _____

Diámetro mayor (mm/pulg): _____

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

- | | Riesgo |
|--|--------|
| 1. ¿Existen fugas visibles en la línea de conducción o distribución? | S / N |
| 2. (*) ¿Se observan tanques quiebragrados con tapas inadecuadamente contruidos, con grietas en las paredes y/o sin sistema seguro de cierre? | S / N |
| 3. (*) ¿Se observa tubería expuesta de PVC o con huecos en lugar de válvulas? | S / N |
| 4. (*) ¿El trayecto de la línea de conducción es a través de zonas agrícolas, porquerizas, lecherías, tenerías o industrias? | S / N |
| 5. (*) ¿Existen pasos de tubería elevados en mal estado o de PVC sin protección? | S / N |
| 6. ¿Carece de cloro residual en algún tramo de la línea de distribución? | S / N |
| 7. ¿Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua? | S / N |
| 8. ¿El acueducto carece de un sistema para purgar la tubería de distribución? | S / N |
| 9. ¿Carecen de fontanero o encargado del mantenimiento de las líneas de conducción y las redes? | S / N |
| 10. ¿Carece la administración de plano del acueducto? | 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 acompaño en la
inspección:

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	AYA-FIT-305B 
Versión: 1 Folio # _____	PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTROS RÁPIDOS	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: _____ Nombre de la planta: _____

Dirección de la planta (coordenadas): _____

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

Se pre-clora en la planta: Sí: No: Se post-clora en la planta: Sí: No:

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

En la planta se dosifica: _____ Operador: _____

Frecuencia de limpieza: Mensual: Semanal: Diaria: Cada dos días: Otra: _____

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

	Riesgo
1. ¿Carece la planta de un laboratorio equipado o el equipo está dañado?	S / N
2. (*) ¿El dosificador de sulfato está averiado o descalibrado y no se dosifica de acuerdo con la prueba de jarras?	S / N
3. ¿No se registra diariamente los incidentes de la planta?	S / N
4. ¿Ha habido interrupciones en el proceso de cloración?	S / N
5. ¿Carece de cerca que la proteja de la entrada de persona y animales o ésta está defectuosa?	S / N
6. ¿Está el lote sucio o enmontado?	S / N
7. ¿Las estructuras presentan grietas en las paredes?	S / N
8. ¿Existen interrupciones o fluctuaciones en el caudal de entrada a la planta?	S / N
9. ¿Están las estructuras sucias en su interior, denotando falta de mantenimiento?	S / N
10. (*) ¿Existen fuentes de contaminación en las inmediaciones de la planta, tales como letrinas, animales, basura, actividad agrícola o industrial, a menos de 20 m?	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 representante del acueducto:

FORMULARIO	INSPECCIÓN SANITARIA DE ACUEDUCTOS	AYA-FIT-305A 
Versión: 1 Folio # _____	PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTROS LENTOS	

I-) INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del acueducto: _____ Nombre de la planta: _____

Dirección de la planta (coordenadas): _____

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

Se pre-clora en la planta: Sí: No: Se post-clora en la planta: Sí: No:

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

En la planta se dosifica: _____ Operador: _____

Frecuencia de limpieza: Mensual: Semanal: Diaria: Cada dos días: Otra: _____

II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

- | | Riesgo |
|---|--------|
| 1. ¿Hay crecimiento de algas en los filtros? | S / N |
| 2. ¿No se regula adecuadamente el caudal de entrada a los filtros? | S / N |
| 3. ¿No se registra diariamente los incidentes de la planta? | S / N |
| 4. ¿Ha habido interrupciones en el proceso de cloración? | S / N |
| 5. ¿Carece de cerca que la proteja de la entrada de persona y animales o ésta está defectuosa? | S / N |
| 6. ¿Está el lote sucio o enmontado? | S / N |
| 7. ¿Las estructuras presentan grietas en las paredes? | S / N |
| 8. ¿Existen interrupciones o fluctuaciones en el caudal de entrada a la planta? | S / N |
| 9. ¿Están las estructuras sucias en su interior, denotando falta de mantenimiento? | S / N |
| 10. (*) ¿Existen fuentes de contaminación en las inmediaciones de la planta, tales como letrinas, animales, basura, actividad agrícola o industrial, a menos de 20 m? | 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 representante del acueducto:

15.4. Anexo 4: Variables para evaluar los riesgos del sistema de abastecimiento de agua de la ASADA.

Evaluación de riesgos del sistema de abastecimiento para agua de consumo de la ASADA Rincón				
Componente del sistema: Cuencas de Captación				
Aspecto	Descripción	Riesgos sobre el sistema	Clasificación del riesgo (bajo, medio o alto)	Medida de control
Geología e hidrología				
Pautas meteorológicas y climáticas				
Salud general de cuenca de captación y río(s)				
Fauna y Flora				
Otros usos del agua				
Tipo e intensidad de desarrollo y usos de las tierras				
Otras actividades realizadas en la cuenca de captación que pueden potencialmente liberar contaminantes al agua de origen				
Actividades futuras previstas				
Componente del sistema: Aguas Superficiales				
Tipo de masa de agua (por ejemplo: río, embalse, presa)				
Características físicas (por ejemplo: tamaño, profundidad, estratificación térmica, altitud)				
Caudal y fiabilidad del agua de origen				
Tiempos de retención				
Constituyentes del agua (físicos, químicos, microbianos)				
Protección (por ejemplo: cercados, accesos)				

Actividades recreativas y otras actividades humanas				
Transporte del agua a granel				
Componente del sistema: Aguas subterráneas				
Acuíferos confinados o no confinados				
Características hidrogeológicas del acuífero				
Caudal unitario y dirección				
Capacidad de dilución				
Zona de recarga				
Protección de la boca del pozo				
Profundidad de revestimiento				
Transporte del agua a granel				
Componente del sistema: Tratamiento				
Operaciones de tratamiento (incluidas las optativas)				
Diseño de los equipos				
Equipos de monitoreo y de operación automática				
Sustancias químicas utilizadas en el tratamiento del agua				
Rendimientos del tratamiento				
Eliminación de agentes patógenos mediante desinfección				
Residuo de desinfectante/ tiempo de contacto				
Embalses de servicio y distribución				
Diseño de los embalses				
Tiempos de retención				
Variaciones estacionales				
Protección (por ejemplo, cubiertas, cercado, accesos)				
Diseño del sistema de distribución				
Condiciones hidráulicas (por ejemplo, edad del agua, presiones, caudales)				
Protección contra el refluo				
Residuos del desinfectante(s)				

Fuente: Tomado de OMS, elaboración propia, 2017.