



CIPA

centro de investigación
en protección ambiental

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE QUEBRADILLA, QUEBRADILLA, CARTAGO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO.

Serie de documentos de divulgación ambiental del proyecto:

“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE
SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LAS ASADAS DE LA PROVINCIA DE CARTAGO,
CON UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE QUEBRADILLA, QUEBRADILLA, CARTAGO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO.

**Serie de documentos de divulgación ambiental del proyecto:
“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SANEAMIENTO
AMBIENTAL EN LAS ASADAs DE LA PROVINCIA DE CARTAGO, CON UN ENFOQUE DE
PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”**

DOCUMENTO N° A002
Noviembre, 2016

Gaviria-Montoya L; Pino-Gómez M, Soto-Córdoba S.

Evaluación de la gestión de la ASADA de Quebradilla, Quebradilla, Cartago, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico.

Número de páginas: 46

ISBN: 978-9968-641-48-7
978-9968-641-49-4 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A002

El presente material ha sido elaborado en el marco del proyecto de investigación “**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LAS ASADAs DE LA PROVINCIA DE CARTAGO, CON UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**” código 1460-038 Auspiciado por la Vicerrectoría de Investigación del ITCR en colaboración con el Ministerio de Salud, Regional Este.

Para citar el documento:

Gaviria-Montoya L; Pino-Gómez M, Soto-Córdoba S. (2016). EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE QUEBRADILLA, QUEBRADILLA, CARTAGO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO. Cartago.

Palabras claves:

ASADA, agua potable, agua residual, residuos sólidos, sostenibilidad, saneamiento

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo logístico, informativo y de coordinación del Ministerio Salud Región Central Este en especial a las direcciones de las áreas rectoras de El Guarco, Sra. Glorinabella Sancho Rodríguez; Oreamuno, Sr. Walter Astorga; Paraíso. Sr. Carlos Granados Siles y Sr. Anselmo Cordero Céspedes y Turrialba, Sra. María José LaFuente González.

Un agradecimiento especial a las Ingenieras Ambientales Ericka Calderón Vargas y Laura Ureña Vargas, en las labores de captura de información, edición, visitas y coordinación de actividades.

Finalmente, agradecemos al Sr. Asdrúbal Brenes, Sr. Octavio Trejos y Sra. Lizbeth Martínez, funcionarios de la ASADA de Quebradilla de Cartago.

Reseña de los autores

Lilliana Gaviria Montoya

Profesora –Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniera Química, Especialista en Ingeniería Sanitaria.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<https://scholar.google.com/citations?user=a9IcusIAAAAJ&hl=es>

Macario Pino Gómez

Profesor-Investigador del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniero Sanitario, Universidad de Antioquia, Colombia.

Trabajo en la gobernación de Antioquia como asesor de Municipalidades en el sector agua potable y saneamiento.

Evaluador de proyectos de Fundecooperación Costa Rica.

Actualmente es Profesor Instructor de la carrera de Ingeniería Ambiental en donde imparte los cursos de Diseño de sistemas de tratamiento de agua potable y gestión de residuos sólidos, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Silvia Soto Córdoba

Profesora-Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Dra. Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Chile.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<https://scholar.google.com/citations?user=dPFo9UoAAAAJ&hl=es>

Índice

1. Introducción	7
2. Descripción General de la zona de estudio.....	8
3. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Quebradilla	9
3.1 Metodología	9
3.2 Características y evaluación de riesgo SERSA de los componentes del sistema	10
3.2.1 Captaciones tipo naciente.....	10
3.2.2 Tanques de almacenamiento.....	23
3.2.3 Sistemas de desinfección	30
3.2.4 Resumen de Riesgos.....	34
3.2.5 Mapa de Riesgos	34
3.3 Caracterización de la gestión de la ASADA.....	35
3.4 Propuestas de Mejora	35
3.4.1 Factores de riesgo SERSA.....	35
4. Referencias.....	38
5. Apéndice	39
5.1 Guía para la realización de aforos.....	39
5.2 Formato para el registro de los aforos.....	40
5.3 Formato para el registro de mediciones de cloro residual.....	41
6. Anexos	42
6.1 Fichas de campo SERSA.....	42

Índice de cuadros

Cuadro 3.1.	Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.	9
Cuadro 3.2.	Ficha de campo SERSA Naciente F-1.	10
Cuadro 3.4.	Ficha de campo SERSA Naciente F-3.	12
Cuadro 3.5.	Ficha de campo SERSA Naciente F-4.	13
Cuadro 3.6.	Ficha de campo SERSA Naciente F-5.	14
Cuadro 3.7.	Ficha de campo SERSA Naciente F-7.	15
Cuadro 3.8.	Ficha de campo SERSA Naciente F-9.	16
Cuadro 3.9.	Ficha de campo SERSA Naciente F-10.	17
Cuadro 3.10.	Ficha de campo SERSA Naciente F-11.....	18
Cuadro 3.14.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo naciente.....	22
Cuadro 3.15.	Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Quebradilla.	22
Cuadro 3.16.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°1.	23
Cuadro 3.17.	Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento N°2 y N°3.	24
Cuadro 3.19.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°6.	26
Cuadro 3.20.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°7.	27
Cuadro 3.21.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°8.	28
Cuadro 3.22.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.	29
Cuadro 3.23.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Quebradilla.....	29
Cuadro 3.24.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque N°1.	30
Cuadro 3.25.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque N°6.	31
Cuadro 3.26.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque N°8.	32
Cuadro 3.27.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para los sistemas de cloración.....	33
Cuadro 3.28.	Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Quebradilla.	33
Cuadro 3.29.	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA.	34

Índice de figuras

Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA Quebradilla.	8
Figura 3.1 Mapa de riesgos identificados.	35

1. Introducción

La sostenibilidad de la distribución del agua potable en las diferentes ASADAs del país es un tema complejo, multifactorial y dependiente de muchos actores y condiciones ambientales.

A la fecha los principales esfuerzos y enfoques se han orientado en los procesos de conducción del agua, tratamiento y distribución, asumiendo, que el recurso es inagotable e inalterable.

Con gran preocupación ya estamos detectando como este recurso cada día es más escaso por la creciente presión de su uso, la degradación ambiental y el cambio en los patrones del clima.

Las ASADAs como organizaciones comunales son un ejemplo de colaboración, apropiamiento y gobernanza del recurso hídrico, sin embargo, a éstas se les hace difícil luchar contra todas las amenazas que se ciernen sobre el agua.

Sumado a esto, el paradigma convencional para resolver los problemas de aguas negras y residuos sólidos, ha sido eliminar la presencia de excretas y sólidos en los hogares, sin considerar el impacto de éstos en los sitios donde son dispuestos. Este impacto negativo no ha sido debidamente cuantificado y es un potencial riesgo de contaminación de acuíferos y manantiales.

Aunque la legislación nacional es clara en cuanto a la necesidad de un apropiado tratamiento, aún no se ha llegado a un nivel de sostenibilidad, que permita aprovechar los flujos de energía, nutrientes y materiales, que en conjunto contribuyan a cerrar los ciclos de aguas y de nutrientes.

En esta serie de documentos de divulgación ambiental, los autores, pretendemos sensibilizar al lector sobre el estado actual de la situación del agua y saneamiento ambiental, en las ASADAs de la provincia de Cartago. Para esto hemos seleccionado una muestra representativa de ASADAs que se estudiaron durante los años 2014 hasta el 2016.

Es nuestro interés que estos hallazgos nos permitan comenzar a introducir el concepto de saneamiento sostenible y distribución sostenible del agua, con el fin de provocar, un cambio que nos permita adaptarnos a los nuevos patrones de lluvia, que afectarán inevitablemente la distribución del agua.

El saneamiento sostenible enfoca sus acciones en aprovechar al máximo los recursos. En contraposición con el paradigma convencional en donde las aguas negras y los residuos sólidos son problemas que deben ser resueltos, eliminando la presencia de las excretas y los sólidos.

En nuestro país prácticamente no existen programas ni políticas orientadas al saneamiento sostenible ni a la sostenibilidad de la distribución del agua, por el contrario, aunque tenemos gran efectividad en la recolección de residuos sólidos y en la construcción de sistemas para disponer las excretas, no contamos con sistemas de tratamiento que se enfoquen el aprovechamiento de estos materiales, tampoco tenemos políticas claras en cuanto a los límites máximos de extracción, límites máximos de dotación y re-uso del agua.

Tenemos un rezago de muchos años, y estamos enfocando nuestros esfuerzos en la construcción de grandes plantas convencionales para el tratamiento de excretas, las cuales, aunque son efectivas, no siguen el paradigma de un saneamiento sostenible, ya que estas obras de ingeniería demandaran gran cantidad de energía y espacio.

En todo el mundo es común observar la construcción de sistemas *in situ* para el tratamiento de excretas, sobre todo en las zonas rurales y periurbanas. Igual situación se repite en las áreas atendidas por las ASADAs que hemos estudiado. Tal escenario es un arma de doble filo, ya que, pues traslada la contaminación a otros puntos, que en muchos casos atentan contra la calidad del agua potable.

Afortunadamente, a la fecha no se han presentado importantes problemas ambientales, sobre todo debido a la baja densificación y el régimen de lluvias que goza el país, sin embargo, los autores han detectado que en algunas zonas rurales ya se están presentando problemas por la disposición de aguas servidas y residuos sólidos, además de riesgos inminentes en los acueductos que distribuyen el agua potable.

En el caso de los residuos sólidos se presentará un pequeño estado general de la situación en la ASADA, en forma muy sucinta. El tema de las aguas residuales será presentado mediante una breve descripción del problema en la zona.

También se presentarán las evaluaciones realizadas en la operación, mantenimiento del sistema de abasto de agua potable y la valoración de los riesgos en las estructuras hidráulicas que componen el acueducto, además de la gestión organizacional, administrativa, comercial, en operación y mantenimiento, ambiental, así como la gestión del riesgo que realiza la ASADA de Quebradilla, Quebradilla, Central, Cartago.

Todos estos componentes se utilizarán para diseñar una herramienta que permita clasificar a las ASADAs de acuerdo a su sostenibilidad en saneamiento ambiental y distribución del agua potable.

2. Descripción General de la zona de estudio

El acueducto de Quebradilla se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón Central (N°1), distrito Quebradilla (N°11), como se muestra en la Figura 2.1. **Abastece aproximadamente 1000 abonados con una población de alrededor 4380 habitantes**, determinados a partir de el quintil promedio de habitantes por hogar para el distrito (Solano & Rojas, 2013). Dichos datos son cambiantes durante el tiempo ya que, depende del crecimiento de la población del lugar y la demanda del agua potable.

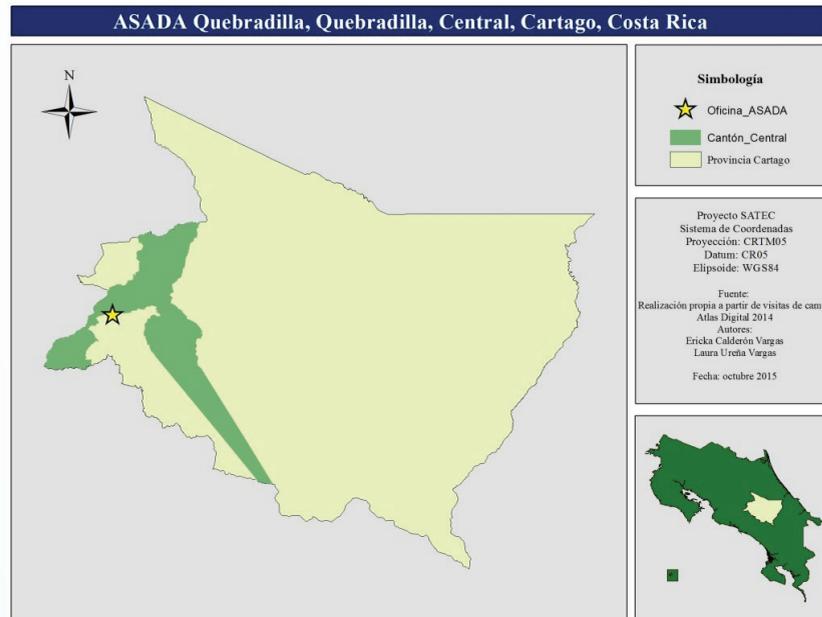


Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA Quebradilla.

Elaborado a partir del Atlas Digital (Tecnológico de Costa Rica, 2014)

Las fuentes de abastecimiento empleadas por este acueducto son de nacientes, las cuales son cloradas al llegar a sus respectivos tanques de almacenamiento, para su desinfección se utiliza las técnicas de “pastillas” y la electrólisis. El acueducto está compuesto por trece nacientes, seis tanques de almacenamiento, líneas de conducción, redes de distribución y dos sistemas de desinfección.

3. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Quebradilla

3.1 Metodología

Se realizaron reuniones y visitas de campo con el personal administrativo y operativo de la ASADA, donde se verificó el estado de todos los componentes del sistema: fuentes de abastecimiento, quebradientes, tanques de almacenamiento y sistemas de desinfección. Además, se tomaron puntos con GPS map 64s marca Garmin para georreferenciar la ubicación de dichos componentes.

Se realizó una evaluación con las guías de inspección del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA), para la identificación de riesgos, en los componentes de captaciones de agua superficial, captaciones de nacientes o manantiales y tanques de almacenamiento. Además, se realizó una adaptación para evaluar los sistemas de desinfección, considerando el formato seguido por la herramienta Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud – SERSA (Ver Anexo 1).

La herramienta SERSA es empleada por el Ministerio de Salud y consiste en la identificación de factores de riesgo y la determinación de un nivel de riesgo (muy alto, alto, intermedio, bajo y nulo) (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015), de acuerdo a los factores identificados en las estructuras durante las visitas de campo. En el Cuadro 3.1 se describe la clasificación de riesgo según los valores obtenidos al aplicar el formulario correspondiente a cada componente y el color que identifica el respectivo riesgo.

Cuadro 3.1. Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.

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

Fuente: (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015)

Para el caso de la evaluación de la gestión se utilizó la herramienta de caracterización de ASADAs desarrollada por la Subgerencia Gestión Acueductos Comunales, UEN Gestión de ASADAs del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarinos – ICAA- con el objetivo de identificar el nivel de sostenibilidad y consolidación de las ASADAs que prestan los servicios de abastecimiento de agua en Costa Rica.

La herramienta se conforma de cinco niveles de gestión, los dos primeros sub-divididos en dos jerarquías, y a su vez los niveles de gestión presentan dentro de cada uno parámetros a evaluar. Se tiene un total de 68 preguntas, acorde a la pregunta y las posibles respuestas se han categorizado estas en cuatro niveles de calificación en escala 0, 1, 2 y 3, las cuales a su vez llevan consigo un sistema de ponderación el cual le dará peso según corresponda a cada una de las preguntas. La sumatoria de los pesos indicará el nivel de desarrollo de la ASADA según la siguiente clasificación:

- ASADA A (Consolidadas) $80 \leq X \leq 100$
- ASADA B (En Desarrollo) $60 \leq X \leq 80$
- ASADA C (Frágiles) < 60

Se aplicó la encuesta al administrador de la ASADA revisando en cada una de las preguntas el objetivo y los documentos soporte para dar respuesta a cada pregunta. Después de suministrar la información se procede a la respectiva sistematización de la información.

3.2 Características y evaluación de riesgo SERSA de los componentes del sistema

3.2.1 Captaciones tipo naciente

Naciente F-1

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,01825, Latitud: 9,841264, con una altitud aproximada de 1758,1052 msnm. Se trata de una estructura semi-enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. En el interior del tanque de captación y de salida tiene roca caliza para controlar el pH bajo que presenta el agua. No se cuenta con datos de caudal.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-1 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Ficha de campo SERSA Naciente F-1.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	X	
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Naciente F-2

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,0098, Latitud: 9,839507, con una altitud aproximada de 1696,0653 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. No se cuenta con registros de aforos.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-2 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Ficha de campo SERSA Naciente F-2.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		X
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Naciente F-3

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,017354, Latitud: 9,840933, con una altitud aproximada de 1774,579 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza una vez al mes por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Se ubica en propiedad privada. En el interior del tanque hay tubos de PVC para filtrar el agua que sale. Tiene roca caliza en el interior de un tanque que tiene a la salida del tanque de captación para regular el pH. La construcción tiene más de 25 años. Se observaron sedimentos en el interior de la captación. No se cuenta con registro de aforos, sin embargo, si se ha visto una disminución en el caudal de la naciente.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-3 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Ficha de campo SERSA Naciente F-3.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	X	
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Naciente F-4

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,015175, Latitud: 9,841839, con una altitud aproximada de 1724,344 msnm. Se trata de una estructura semi-enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Tiene roca caliza en el interior de un tanque para regular el pH, esta naciente recibe el agua sobrante de la naciente F5, agua superficial. Se observaron sedimentos en el interior de la captación y no se cuenta con registros de aforos.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-4 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5. Ficha de campo SERSA Naciente F-4.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Intermedio

Naciente F-5

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,015104, Latitud: 9,841553, con una altitud aproximada de 1726,1965 msnm. Se trata de una estructura semi-enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Se ubica en propiedad privada. Tiene roca caliza en el interior de un tanque que tiene a la salida del tanque de captación para regular el pH. Se observaron sedimentos en el interior de la captación, no se cuenta con registros de aforo, sin embargo, el caudal ha disminuido.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-5 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Ficha de campo SERSA Naciente F-5.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente		SÍ NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	X	
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Intermedio

Naciente F-7

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,007718, Latitud: 9,842318, con una altitud aproximada de 1602,5609 msnm. Se trata de una estructura semi-enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Se presentan problemas con el dueño de la propiedad y existe una posible contaminación por casas en la parte alta. Se observaron sedimentos en el interior de la captación y no se tiene datos de aforos.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-7 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.7.

Cuadro 3.7. Ficha de campo SERSA Naciente F-7.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	X	
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)	X	
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Alto

Naciente F-9

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,00827, Latitud: 9,849482, con una altitud aproximada de 1562,10 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza dos veces por semana por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 esta naciente presentó un caudal promedio de 1,33 L/s.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-9 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.8.

Cuadro 3.8. Ficha de campo SERSA Naciente F-9.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Naciente F-10

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,008839, Latitud: 9,849934, con una altitud aproximada de 1578,02124 msnm. Se trata de una estructura a nivel y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza dos veces por semana por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 esta naciente presentó un caudal promedio de 3,283 L/s.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-10 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.9.

Cuadro 3.9. Ficha de campo SERSA Naciente F-10.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		X
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	1	9
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Naciente F-11

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,008583, Latitud: 9,849629, con una altitud aproximada de 1557,9654 msnm. Se trata de una estructura a nivel y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza dos veces por semana por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 esta naciente presentó un caudal promedio de 0,50 L/s.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-11 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.10.

Cuadro 3.10. Ficha de campo SERSA Naciente F-11.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Naciente F-12

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,00827, Latitud: 9,849482, con una altitud aproximada de 1562,1040 msnm. Se trata de una estructura a nivel y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza dos veces por semana por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 esta naciente presentó un caudal promedio de 0,86 L/s.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-12 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.11.

Cuadro 3.11 Ficha de campo SERSA Naciente F-12.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Naciente F-13

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,007869, Latitud: 9,849699, con una altitud aproximada de 1557,9654 msnm. Se trata de una estructura a nivel y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza dos veces por semana por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 esta naciente presentó un caudal promedio de 1,63 L/s.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-13 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.12.

Cuadro 3.12. Ficha de campo SERSA Naciente F-13.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Naciente F-14

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -84,008215, Latitud: 9,849466, con una altitud aproximada de 1557,4566 msnm. Se trata de una estructura a nivel y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza dos veces por semana por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 esta naciente presentó un caudal promedio de 1,37 L/s.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F-14 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.13.

Cuadro 3.13. Ficha de campo SERSA Naciente F-14.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 3.14 de las 12 captaciones tipo naciente analizadas lo más crítico es el 100% carece de malla de protección, un 83% carece de canales perimetrales que permita desviar el agua de escorrentía y un 42% no tiene respiraderos y dentro de la captación se observaron raíces.

Cuadro 3.14. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo naciente.

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	Número de captaciones con factor positivo
¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	12
¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	10
¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	5
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	5
¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	4
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)	1
¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).	0
¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?	0
¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	0
¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de las 12 captaciones tipo nacientes con las que cuenta el acueducto como fuentes de abastecimiento se tiene que un 75% presentan un riesgo intermedio, un 17% tienen un riesgo bajo mientras que el restante 8% tienen un riesgo alto como se muestra en el Cuadro 3.15.

Cuadro 3.15. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Quebradilla.

Nombre de la fuente	Caudal Promedio 2014 (L/s)	Nivel de Riesgo SERSA
Naciente F-1	NR	Intermedio
Naciente F-2	NR	Intermedio
Naciente F-3	NR	Intermedio
Naciente F-4	NR	Intermedio
Naciente F-5	NR	Intermedio
Naciente F-7	NR	Alto
Naciente F-9	1,33	Intermedio
Naciente F-10	3,28	Bajo
Naciente F-11	0,50	Intermedio
Naciente F-12	0,86	Intermedio
Naciente F-13	1,63	Bajo
Naciente F-14	1,37	Intermedio

3.2.2 Tanques de almacenamiento

Tanque N°1

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -84,005477 Latitud: 9,850382, con una altitud aproximada de 1545,0734 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto. Su limpieza se realiza semestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque N°1 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.16.

Cuadro 3.16. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°1.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Tanque N°2 y N°3

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,998638 Latitud: 9,848163, con una altitud aproximada de 1500,1086 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto. Su limpieza se realiza semestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a los tanques N°2 y N°3 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.17.

Cuadro 3.17. Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento N°2 y N°3.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Tanque N°5

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,996883 Latitud: 9,843497, con una altitud aproximada de 1504,0959 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto y almacena el agua proveniente del tanque de almacenamiento N°6. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque N°5 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.18.

Cuadro 3.18. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°5.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Bajo

Tanque N°6

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -84,000405 Latitud: 9,842012, con una altitud aproximada de 1560,5555 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto. El tanque está conectado al tanque N°7 y N°5 y se emplean boyas para controlar los flujos, se llena con agua del tanque N°7. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque N°7 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.20.

Cuadro 3.19. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°6.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Bajo

Tanque N°7

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -84,00114, Latitud: 9,841135, con una altitud aproximada de 1545,0734 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto. El tanque está conectado al tanque N°8 y N°6 y se emplean boyas para controlar los flujos, se llena con agua del tanque N°8. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque N°7 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.20.

Cuadro 3.20. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°7.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	1	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Bajo

Tanque N°8

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -84,005644 Latitud: 9,841014, con una altitud aproximada de 1646,7965 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto y almacena el agua proveniente de las nacientes F1 y F5 y el agua del tanque va al tanque N°7. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque N°8 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.21.

Cuadro 3.21. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°8.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbadas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbadas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Bajo

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 3.22 de los 7 tanques analizadas lo más crítico es que en el 86% existen fuentes de contaminación alrededor de los tanques y un 71% no posee el borde de cemento alrededor del tanque.

Cuadro 3.22. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.

Identificación de factores de riesgo en los tanques de almacenamiento	Número de tanques con factor positivo
¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	6
¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	5
¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	2
¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	0
¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	0
¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?	0
¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?	0
¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?	0
¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?	0
¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 7 tanques visitados para el almacenamiento del agua, se tiene que un 100% presentan un riesgo nulo como se muestra en el Cuadro 3.23. Ninguno de los tanques presenta alguno de los puntos críticos de la evaluación de riesgo SERSA.

Cuadro 3.23. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Quebradilla.

Nombre del Tanque	Material de construcción del Tanque	Volumen del Tanque (m ³)	Nivel de Riesgo SERSA
N°1	Concreto	NR	Bajo
N°2	Concreto	NR	Bajo
N°3	Concreto	NR	Bajo
N°5	Concreto	NR	Bajo
N°6	Concreto	NR	Bajo
N°7	Concreto	NR	Bajo
N°8	Concreto	NR	Bajo

3.2.3 Sistemas de desinfección

Tanque N°1

Se trata de un sistema de electrólisis que funciona con tiempos programados, tiene una bomba dosificadora que se apaga a las 7:00am y arranca de nuevo a la 1:00am, se realiza mantenimiento del sistema dos veces por semana. No se realiza aforo en la entrada del tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución que es aplicada.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 3.25.

30

ASADA DE QUEBRADILLA, QUEBRADILLA, CARTAGO

Cuadro 3.24. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque N°1.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 08/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	SÍ	NO
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)		X
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)	X	
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)	X	X
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)	X	
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual (crítica)		X
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	X	
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento? (crítica)		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	6	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Alto

Tanque N°6

Se trata de un sistema construido por la ASADA, con tubos de PVC, imitando los sistemas de pastilla, colocado sobre el tanque de almacenamiento, se encuentra ubicado en una caseta sobre el tanque de almacenamiento. No se realiza aforo en la entrada del tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución que es aplicada.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 3.25.

Cuadro 3.25. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque N°6.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)

Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	SÍ	NO
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)	X	
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)		X
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)		X
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)	X	
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual (crítica)		X
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	X	
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento? (crítica)		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Intermedio

Tanque N°8

Se trata de un sistema de electrólisis colocado dentro de una caseta sobre el tanque de almacenamiento. No se realiza aforo en la entrada del tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución que es aplicada.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 3.26.

Cuadro 3.26. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque N°8.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 18/03/2016)		
Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	SÍ	NO
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)	X	
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)		X
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)		X
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)	X	
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual (crítica)		X
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	X	
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento? (crítica)		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Intermedio

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 3.27, lo más crítico es la carencia de equipo de protección para el personal que opera el sistema, que no se tiene un registro de la concentración y caudal de la solución de cloro ni del caudal del agua a ser clorada.

Cuadro 3.27. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para los sistemas de cloración.

Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	Número de captaciones con factor positivo
¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)	3
¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	3
¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	3
¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)	1
¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)	1
¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)	1
Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año	1
¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento? (crítica)	0
¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)	0
¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 3 sistemas de cloración presentes en los tanques de almacenamiento, se concluye que el 67% de los sistemas utilizados para la desinfección del agua se encuentran en riesgo intermedio y el restante 33% en riesgo alto como se muestra en el Cuadro 3.28.

Cuadro 3.28. Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Quebradilla.

Ubicación del sistema de cloración	Tipo de Cloración	Dosificación	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque N°1	Electrólisis	NR	Alto
Tanque N°6	Erosión por pastilla	NR	Intermedio
Tanque N°8	Electrólisis	NR	Intermedio

3.2.4 Resumen de Riesgos

Cuadro 3.29. Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA.

Estructura	Riesgo SERSA identificado	Total de factores de riesgo
Naciente F-1	Intermedio	3
Naciente F-2	Intermedio	3
Naciente F-3	Intermedio	4
Naciente F-4	Intermedio	3
Naciente F-5	Intermedio	4
Naciente F-7	Alto	5
Naciente F-9	Intermedio	3
Naciente F-10	Bajo	1
Naciente F-11	Intermedio	3
Naciente F-12	Intermedio	3
Naciente F-13	Bajo	2
Naciente F-14	Intermedio	3
Tanque de almacenamiento N°1	Bajo	2
Tanque de almacenamiento N°2	Bajo	2
Tanque de almacenamiento N°3	Bajo	2
Tanque de almacenamiento N°5	Bajo	2
Tanque de almacenamiento N°6	Bajo	2
Tanque de almacenamiento N°7	Bajo	2
Tanque de almacenamiento N°8	Bajo	1
Tanque de almacenamiento N°1	Bajo	2
Sistema de Desinfección en Tanque N°1	Alto	6
Sistema de Desinfección en Tanque N°6	Intermedio	4
Sistema de Desinfección en Tanque N°8	Intermedio	4

3.2.5 Mapa de Riesgos

A partir de la información recopilada en campo y la aplicación de los formularios de la herramienta SERSA en cada uno de los componentes del acueducto evaluados, en la Figura 3.1 se localizan los componentes del acueducto y se identifican los riesgos de acuerdo al color correspondiente, además se ubican las zonas de protección o retiro que se deben dejar libres en las fuentes naturales como quebradas y ríos. Las áreas de protección se establecieron de acuerdo a lo establecido en La Ley de Aguas N°276 (1942), con 200 m de radio en captaciones de nacientes permanentes y la Ley Forestal (1996), en el caso de los márgenes de ríos y quebradas, una franja de 15 m medidos horizontalmente a cada lado de la rivera en zonas rurales y 10 m en zonas urbanas.

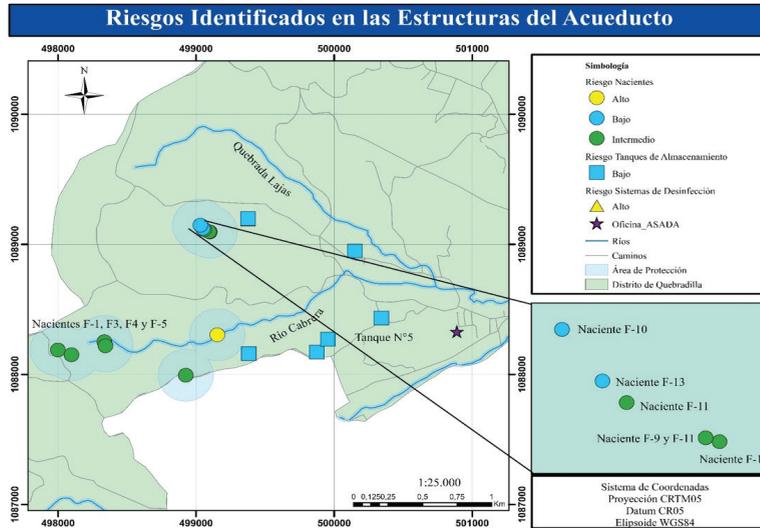


Figura 3.1 Mapa de riesgos identificados.

Elaborado a partir del Atlas Digital (Tecnológico de Costa Rica, 2014)

3.3 Caracterización de la gestión de la ASADA

No fue posible aplicar la herramienta de caracterización de la gestión de la asada.

3.4 Propuestas de Mejora

3.4.1 Factores de riesgo SERSA

Mediante este apartado se presenta un plan de mejoras por componente evaluado del acueducto según los resultados de la herramienta SERSA, estas mejoras para ser implementadas, es necesario que la ASADA mediante sus figuras administrativas y operativas realicen una valoración de cada una de las mejoras planteadas y en lo posible se prioricen y se realice el respectivo cronograma de ejecución según recursos técnicos, económicos y de personal disponible.

Según Cuadro 3.15 las 12 captaciones tipo naciente es el recurso hídrico con lo que cuenta la ASADA, para ser utilizadas en el abastecimiento de la comunidad de Quebradilla. El resultado obtenido fue que un 75% presentan un riesgo intermedio, un 17% tienen un riesgo bajo mientras que el restante 8% tienen un riesgo alto

La ASADA posee registros de aforos de caudales captados mediante mediciones mensuales de las siguientes fuentes tipo nacientes: F-10, F-11, F-12, F-13 y F-14, donde se reportan caudales promedios para el 2014 de 8,97 L/s., de las otras nacientes no se tuvo acceso a los datos de caudal en el momento de la visita. Los aforos se están realizando solo de los caudales captados en cada fuente, es decir, no se dispone de registros de la oferta real de agua de cada fuente, con el fin, de poder establecer si estas fuentes están en capacidad de atender la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población. En este aspecto la actividad de los aforos se debe incluir dentro de las labores que realizan los fontaneros cada que se visiten las captaciones, para las labores de limpieza de estas estructuras. Sería importante tener claro los protocolos y métodos de los aforos según sea el tipo de captación y realizar el aforo tanto de lo captado como de la oferta del agua de cada fuente y realizar los respectivos registros.

3.4.1.1 Sistemas de captación

- Tipo naciente

La aplicación del instrumento SERSA según Cuadro 3.14 se presentan los factores de riesgo con mayor incidencia presentados en las captaciones tipo nacientes, para los cual se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de la contaminación del agua en este componente el cual es el punto de partida o inicio de un acueducto

- Instalación de mallas de protección de la captación de tal forma que se impida el ingreso libre de personas y/o animales a estas estructuras. Esta acción para todas las captaciones de este tipo
- Realizar la construcción de canales en lo posible en concreto que permitan la recolección y desvío de las aguas de escorrentía producto de las lluvias de tal forma que estas no ingresen directamente a las captaciones. En aquellas que no lo tengan
- Mantener una vigilancia permanente a las actividades (agrícolas, ganadería y/o industriales) aguas arriba de la captación. Esta acción para todas las captaciones

En los Apéndice 1 y Apéndice 2 se presenta una guía para la realización de los aforos volumétricos y un formato para el cálculo y registro de los respectivos caudales, igualmente puede emplearse esta metodología y formatos para aforo al ingreso de los tanques.

3.4.1.2 Sistemas de almacenamiento

De los tanques evaluados ninguno dispone de un sistema de aforo, con el fin de medir el caudal que ingresa al tanque por día y establecer las variaciones del flujo de agua que ingresa a cada tanque, esta información es importante para llevar disponer de indicadores de funcionamiento de estas estructuras:

- Llevar registros de los caudales de ingreso a los tanques para poder establecer las variaciones del caudal con respecto los cambios climáticos.
- Valorar las pérdidas de agua en las tuberías de conducción, quiebra gradientes y otras estructuras de conducción del agua desde las captaciones hasta los tanques.
- Determinar tiempos de retención hidráulica – TRH- en los tanques según los caudales de entrada y salida
- Medir el volumen (m³) que sale de los tanques, con el fin de realizar balances con los datos de la facturación y establecer las pérdidas en tuberías.
- Determinar el gasto de agua de la comunidad vía facturación para establecer la variación de los consumos en litros por habitante por día; consumos según el tipo de abonado (residencial y empresarial).
- Valorar las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses

De la evaluación de los riesgos herramienta SERSA en el Cuadro 3.22 se presentan los factores de riesgo críticos con mayor incidencia presentados en los 7 tanques de almacenamiento, para los cual se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de afectación de estas estructuras durante el tiempo de su vida útil, esta estructura juega un papel muy importante en un acueducto, dado que regula el consumo y es la reserva de agua, además es el punto donde se realiza la desinfección del agua para luego ser distribuida a la comunidad usuaria, por lo anterior esta estructura es necesario tener una vigilancia, cuidado y control en los siguientes factores a estas estructuras.

- Realizar inspecciones de las áreas vecinas para verificar que no haya fuentes de contaminación alrededor de los tanques como letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial, para proceder a darle solución a este factor de riesgo
- Implementar la construcción del borde de cemento alrededor del tanque de al menos 1 metro que proteja la estructura de infiltraciones.
- Todo tanque de almacenamiento debe disponer de sistemas de respiradores localizados en la parte superior. Revisar y los que no tengan se debe proceder con la instalación.

3.4.1.3 Sistemas de desinfección

Según el Cuadro 3.28 se muestra el resumen de la evaluación de los 4 sistemas de desinfección que posee el acueducto según la aplicación de la herramienta SERSA, donde se concluye que el 67% de los sistemas utilizados para la desinfección del agua se encuentran en riesgo intermedio y el restante 33% en riesgo alto. Emplean dos tecnologías para la desinfección del agua, en dos sistemas aplican electrólisis y en un sistema aplican la llamada “cloración con pastillas”, los tres métodos de desinfección instalados por la ASADA en el acueducto, poseen varios aspectos que deben ser mejorados en Cuadro 3.27 se muestran los factores de riesgos críticos de mayor incidencia en los cuatro sistemas evaluados. A continuación, se presentan las recomendaciones para disminuir los riesgos y garantizar que la desinfección se aplique correctamente.

- El personal debe contar con el equipo de protección necesario que permita garantizar que no existe ningún peligro en el momento de hacer la desinfección.
- Todo sistema de desinfección de disponer de una caseta debidamente acondicionada para la preparación, aplicación, control y un lugar adecuado para tener el equipo de protección y de almacenamiento del cloro.
- Se debe disponer un sistema de aforo/medición del caudal que ingresa al tanque dado que es el sitio donde se realiza la aplicación de la solución de cloro.
- El equipo de cloración debe disponer de un medidor de caudal para poder establecer el caudal de la solución a ser aplicada.
- Según sea el equipo y sistema para la aplicación de la solución de cloro se debe tener conocimiento de la concentración de la solución aplicada.
- El personal operativo debe tener la capacitación requerida para la preparación, aplicación y dosificación de la solución de cloro, además se debe dotar del equipo de protección necesario.
- Para tener información sobre el desempeño de la desinfección se debe disponer de formatos/bitácora donde los operarios registren todas las labores que realizan en la preparación de la solución de cloro (cantidad de producto utilizado por día), además llevar registros de caudales tanto del agua a ser clorada como de la solución aplicada y su respectiva concentración, registro de los valores de cloro residual periódicamente en el tanque durante el día y noche. Ver Apéndice 3 donde se establece un formato para el registro de mediciones de cloro residual.

3.4.1.4 Otros aspectos a tener en cuenta en la operación del acueducto

Es importante por mencionar, los aforos se están realizando solo de los caudales captados en cada fuente, es decir, no se dispone de registros de la oferta real de cada fuente, estas prácticas de aforos y llevar sus respectivos registros son necesarias se realicen en cada una de las fuentes, por lo menos una vez por mes, para llevar un record del grado de variabilidad que estas fuentes presentan a lo largo de un año y poder ver los cambios anuales. Dicha información estará alertando a la ASADA sobre la capacidad de oferta que van teniendo sus fuentes por año, para tener un valor de comparación con la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población.

Darle seguimiento a los datos de facturación de cada mes con el fin de establecer cuanto es el volumen de agua que se está facturando y cobrando la ASADA producto de la micromedición, esta información es valiosa, para establecer relaciones con los valores de los aforos de los caudales captados y disponer de indicadores de pérdidas por mes entre los captado y lo facturado. También es posible con esta información obtener valores de los metros cúbicos facturados y obtener indicadores de consumo por abonado y por habitante por día.

Con respecto a las concesiones de agua que son emitidas por la Dirección de Aguas del MINAE, es necesario tener claridad que las fuentes que son utilizadas por la ASADA están debidamente inscritas y están al día, además es importante establecer si la ASADA cumple con los caudales captados en comparación con los valores concesionados.

4. Referencias

Asamblea Legislativa República de Costa Rica. (1996). Ley Forestal. *Diario Oficial La Gaceta*, (72), 1–102.

Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. Ley de Aguas N°276 (1942). Costa Rica.

Costa Rica Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable No 38924-S (2015). Costa Rica: Imprenta Nacional. Retrieved from https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2015/09/01/ALCA69_01_09_2015.pdf

Programa Estado de la Nación. (2014). Armonía con la naturaleza. In *Vigésimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible* (pp. 175–230). San José.

Solano, F., & Rojas, W. (2013). *Situación de Vivienda y Desarrollo Urbano en Costa Rica en el 2012*. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161>

Tecnológico de Costa Rica. (2014). Atlas Digital de Costa Rica 2014 ©. Cartago.

5. Apéndice

5.1 Guía para la realización de aforos

Aforo Volumétrico

¿Qué es el aforo?

El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado.

El aforo por método volumétrico consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido.

Materiales necesarios:



Recipiente de volumen conocido, adecuado para el caudal a medir



Cronómetro



Libreta y lápiz

Pasos a seguir en campo:

1. Colocar el recipiente en un lugar donde se desvíe todo el caudal a medir y que permita estabilidad
2. Medir con el cronómetro el tiempo que tarda en llenarse el recipiente y anotar el valor
3. Repetir las mediciones 7 veces

Pasos a seguir en la oficina:

1. Anotar los valores de volumen del recipiente en Litros y los 7 tiempos de llenado en segundos en la ficha
 - Para calcular el promedio se debe:
 -  Sumar los 7 valores de tiempo obtenidos
 -  Dividir el resultado de la suma entre 7
 - Para calcular el caudal se debe:
 -  Dividir el volumen del recipiente usado entre el promedio

Ejemplo:

Se realizó el aforo de una naciente con un recipiente de **20 L** y se obtuvieron los siguientes 7 tiempos de llenado en **segundos**: **16,41 – 17,31 – 17,27 – 16,32 – 16,84 – 17,08 – 16,68**

1. Se anotaron los valores en la ficha de registro
2. Se suman los valores: **16,41 + 17,31 + 17,27 + 16,32 + 16,84 + 17,08 + 16,68 = 117,91 s**
3. Se divide el resultado de la suma entre 7: **117,91 s ÷ 7 = 16,84 s (Promedio)**
4. Se divide el volumen del recipiente entre el promedio: **20 L ÷ 16,84 s = 1,19 L/s (Caudal)**

5.2 Formato para el registro de los aforos

40

ASADA DE QUEBRADILLA, QUEBRADILLA, CARTAGO

Registro de aforos, ASADA _____						
(Mes, año)						
Fuente:						
Fecha:						
Volumen (L):						
Medición	Tiempo (s):					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
Promedio (s):						
Caudal (L/s)						
Firma Responsable:						
(Mes, año)						
Fuente:						
Fecha:						
Volumen (L):						
Medición	Tiempo (s):					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
Promedio (s):						
Caudal (L/s)						
Firma Responsable:						

6. Anexos

6.1 Fichas de campo SERSA

FICHA DE CAMPO 1
TOMA DE AGUA SUPERFICIAL (río, quebrada, otro)

I-) INFORMACION GENERAL	
Fecha: Nombre acueducto: Nombre toma: Número de registro en MINAE: Registro en Dirección de ARS: Encargado del acueducto: Teléfono: Nombre del funcionario: Frecuencia de limpieza: Nunca () Mensual () Semanal () Diario () Otro () Especificar	Fotografía

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	SI	NO
1. ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?		
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?		
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca?		
4. ¿Está la toma de agua ubicada dentro de alguna zona de actividad agrícola? (crítica)		
5. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (letrinas, animales, viviendas, basura o industrias, etc.)? (Observar si aproximadamente a 200 metros a la redonda existen letrinas, animales, viviendas, basura) (crítica)		
6. ¿Está la captación con acceso fácil de personas y animales? (crítica)		
7. ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?		
8. ¿Existe presencia de plantas (raíces, hojas y otros) tapando las rejillas de la toma?		
9. ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma de agua?		
10. ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")		
Nivel de riesgo identificado (Número de X)		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

**FICHA DE CAMPO 2
CAPTACIÓN DE NACIENTES O MANANTIALES**

I-) INFORMACION GENERAL	
Fecha:	Fotografía
Nombre acueducto:	
Nombre nacimiento o manantial: Palo Blanco 1	
Número de registro en MINAE:	
Registro en Dirección de ARS:	
Encargado del acueducto	
Teléfono:	
Nombre del funcionario:	
Tipo de Captación:	
Caseta () A nivel () Enterrada () Semi-enterrada ()	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SI	NO
1. ¿Está la naciente sin cerca de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación (crítica)		
2. ¿Está la captación de la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin tapa o sin tanque de captación).		
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias?		
4. ¿Están las paredes y las losas superior e inferior de la captación con grietas? (crítica)		
5. ¿Se carece de canales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si aproximadamente a 200 metros a la redonda existen letrinas, animales, viviendas, basura)		
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")		
Nivel de riesgo identificado (Número de X)		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

Nivel de riesgo identificado (Número de X)		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

FICHA DE CAMPO 4 SISTEMA DE CLORACIÓN
--

I-) INFORMACION GENERAL	
Fecha: Nombre acueducto: Encargado del acueducto: Teléfono: Nombre del funcionario: Ubicación: Fecha de construcción del acueducto: Fecha de instalación del actual sistema de cloración: Tipo de Sistema de Cloración:	Fotografía

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	SI	NO
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (critica)		
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (critica)		
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (critica)		
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (critica)		
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual		
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (critica)		
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento?		
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?		
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")		
Nivel de riesgo identificado (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

