



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE PALOMO, OROSI, PARAÍSO 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 PALOMO, OROSI, PARAÍSO, 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° A010

Noviembre, 2016

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

Evaluación de la gestión de la ASADA de Palomo, Orosi, Paraíso, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico.

Número de páginas: 54

ISBN: 978-9968-641-65-4
978-9968-641-64-7 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A010

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-Gomez, M; Soto-Córdoba, S. (2016). EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE PALOMO, OROSI, PARAÍSO, 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 a los señores: René Cruz Castro y Hernán Ramírez Guillén, funcionarios de la ASADA de Palomo.

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=dPFo9UoAAAAAJ&hl=es>

Índice

1	Introducción	8
2	Descripción General de la zona de estudio.....	9
3	Gestión del Agua Potable en la ASADA de Palomo.....	10
3.1	Metodología.....	10
3.2	Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto	11
3.2.1	Captaciones Tipo Naciente.....	11
3.2.2	Tanques de almacenamiento	24
3.2.3	Sistemas de desinfección.....	30
3.2.4	Resumen de riesgos.....	36
3.2.5	Mapa de riesgos.....	37
3.3	Caracterización de la gestión de la ASADA.....	37
3.4	Propuestas de Mejora.....	39
3.4.1	Factores de riesgo SERSA.....	39
4	Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad del Palomo.....	42
4.1	Recomendaciones	43
5	Referencias	44
6	Apéndices	45
6.1	Resultado de caracterización de la ASADA.....	45
6.2	Guía para la realización de aforos	47
6.3	Formato para el registro de los aforos	48
6.4	Formato para el registro de mediciones de cloro residual	49
7.	Anexos	50
7.1	Fichas de campo SERSA.....	50

Índice de cuadros

Cuadro 3.1.	Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.	10
Cuadro 3.2.	Ficha de campo SERSA naciente El Gavilán.	12
Cuadro 3.3.	Ficha de campo SERSA naciente Don Mincho N°1.	13
Cuadro 3.4.	Ficha de campo SERSA naciente Don Mincho N°2.	14
Cuadro 3.5.	Ficha de campo SERSA naciente El Bananal.	15
Cuadro 3.6.	Ficha de campo SERSA naciente Walter N°1.	16
Cuadro 3.7.	Ficha de campo SERSA naciente Walter N°2.	17
Cuadro 3.8.	Ficha de campo SERSA naciente Walter N°3.	18
Cuadro 3.9.	Ficha de campo SERSA naciente Piquín N°1.	19
Cuadro 3.10.	Ficha de campo SERSA naciente Piquín N°2.	20
Cuadro 3.11.	Ficha de campo SERSA naciente Piquín N°3.	21
Cuadro 3.12.	Ficha de campo SERSA naciente Piquín N°4.	22
Cuadro 3.13.	Ficha de campo SERSA naciente Guábata.	23
Cuadro 3.14.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo naciente.	24
Cuadro 3.15.	Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Palomo.	24
Cuadro 3.16.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento El Gavilán.	25
Cuadro 3.17.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Don Mincho.	26
Cuadro 3.18.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Calle Barquero.	27
Cuadro 3.19.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento El Sitio.	28
Cuadro 3.20.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Guábata.	29
Cuadro 3.21.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.	29
Cuadro 3.22.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Palomo.	30
Cuadro 3.23.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque El Gavilán.	31

Cuadro 3.24.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Don Mincho.....	32
Cuadro 3.25.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Calle Barquero.....	33
Cuadro 3.26.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque El Sitio.	34
Cuadro 3.27.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Guábata.	35
Cuadro 3.28.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para los sistemas de cloración.	35
Cuadro 3.29.	Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA Palomo.	36
Cuadro 3.30.	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA.	36
Cuadro 3.31.	Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Palomo	40

Índice de figuras

Figura 2.1.	Mapa de ubicación, ASADA Palomo.	9
Figura 3.1	Mapa de riesgos identificados.	37
Figura 3.2	Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo	38

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 en 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 demandarán 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, así como la gestión del riesgo que realiza la ASADA de Palomo, Orosi, Paraíso, 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 Palomo se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón de Paraíso (N°02), en el distrito de Orosi (N°03), como se muestra en la Figura 2.1. **Abastece a 470 abonados con una población de alrededor 2068 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.

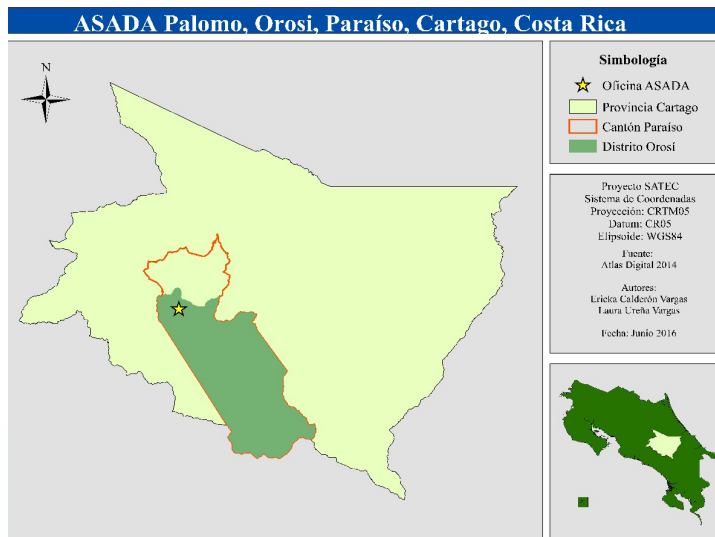


Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA Palomo.

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

Las fuentes de abastecimiento empleadas por este acueducto son de tipo naciente, las cuales se desinfectan en los diferentes tanques de almacenamiento y es empleada la técnica de “pastillas”. El acueducto está compuesto por doce nacientes, cinco tanques de almacenamiento, líneas de conducción, redes de distribución y cinco sistemas de desinfección, uno en cada tanque de almacenamiento. El acueducto cuenta con una cobertura de micromedición del 23%.

3 Gestión del Agua Potable en la ASADA de Palomo

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 un 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 Comunes, 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 a al administrador de la ASADA revisando en cada una de las preguntas el objetivo y los documentos soporte para dar repuesta a cada pregunta. Después de suministrar la información se procede a la respectiva sistematización de la información.

3.2 Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto

3.2.1 Captaciones Tipo Naciente

El Gavilán

Se localiza en las coordenadas geográficas Longitud: -83,822733, Latitud: 9,777773, con una altitud aproximada de 1376,01 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida con una caseta, cuenta con una base de concreto y está cubierta por una caseta en zinc, en el interior tiene grava que funciona como barrera para evitar el paso de sólidos a la tubería. La captación se ubica en una zona con protección en las cercanías del Parque Nacional Tapantí y tiene la respectiva cerca perimetral para evitar la entrada de personas. Gracias a la cercanía con el área de protección no se observa la presencia de actividades que pueden contaminar potencialmente la captación.

La limpieza de la captación se efectúa cada tres meses por parte del fontanero, y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, brinda servicio a aproximadamente 90 abonados, no se cuenta con los registros de aforos.

Durante la visita de campo realizada a la naciente El Gavilán 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 El Gavilán.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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	

Don Mincho N°1

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,832955, Latitud: 9,780854, con una altitud aproximada de 1203,42 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto. El concreto cubre toda la superficie de la captación, además de algunas rocas al fondo y una manta de plástico, no cuenta con una tapa por lo cual se tiene acceso limitado al interior de la captación, no tiene tuberías que permitan la ventilación y se dificulta la limpieza. La limpieza de la captación se efectúa trimestralmente por parte del fontanero, y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. En el lugar no se observaron potenciales fuentes de contaminación en los alrededores de la captación, no obstante, la captación no cuenta con cerca perimetral para evitar la entrada de animales y personas ajenas a la ASADA.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Don Mincho N°1 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 Don Mincho N°1.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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 "si")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	



Don Mincho N°2

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,832617, Latitud: 9,780958, con una altitud aproximada de 1212,72 msnm. La captación está constituida por una estructura de concreto, enterrada, que no cuenta con tubería de rebalse o respiraderos, además presenta carencias en la tapa de la captación, ya que esta es de concreto, forma parte de la losa superior y no garantiza un cierre sanitario, además de no contar con un cierre seguro, lo cual no evita la entrada de sólidos, aguas de escorrentía u otras personas en la captación. Sumándole a lo anterior que la naciente no dispone de una cerca perimetral que evite la entrada de animales o personas ajenas a la ASADA. Como medida de protección es empleada una bolsa plástica para cubrir la captación, que puede generar el estancamiento de agua en la superficie.

El interior de la estructura no es profundo y está cubierto por rocas y plástico, las dimensiones de la tapa y la forma de la captación dificultan el proceso de limpieza y la vigilancia de la dinámica en el interior. Cada tres meses la limpieza es efectuada por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Don Mincho N°2 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 Don Mincho N°2.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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	

El Bananal

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,823382, Latitud: 9,787823, con una altitud aproximada de 1368,60 msnm. Se trata de una captación semi-enterrada, debidamente protegida por una estructura de concreto, tiene tapa con cierre sanitario y candado para evitar la entrada de personas, animales, aguas de escorrentía u otros en el interior. La captación está formada internamente por rocas recubiertas con una capa de cemento que permiten contener el agua que aflora; cuenta con tubería de rebalse que actúa también como respiradero. La estructura cuenta con cerca de protección en su perímetro, sin embargo, existe la potencial contaminación debido a la cercanía de zonas agrícolas en área de protección.

La limpieza de esta naciente es realizada de forma trimestral por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente El Bananal 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 El Bananal.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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

Walter N°1

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,827948, Latitud: 9,787264, con una altitud aproximada de 1353,16 msnm. Se trata de una estructura enterrada, debidamente protegida por una cámara de concreto y con una tapa construida en condiciones sanitarias y cierre de seguridad. El agua captada en esta naciente llega al tanque de almacenamiento Calle Barquero. La limpieza es realizada cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Se destaca que la captación no cuenta con cerca perimetral para evitar el acceso a la misma, no obstante, no se observan zonas agrícolas o viviendas cercanas.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Walter N°1 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 Walter N°1.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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	

Walter N°2

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,827935, Latitud: 9,787176, con una altitud aproximada de 1353,22 msnm. La estructura es de concreto, enterrada y cuenta con tapa construida en condiciones sanitarias, sin embargo, no cuenta con el candado para el mantenerla cerrada, además de no tener una cerca perimetral que evite la entrada de personas ajenas a la ASADA o de animales al sector de la captación, lo cual representa un riesgo de potencial contaminación. La cámara de concreto está dividida en dos sectores, el tubo de salida cuenta con una serie de ranuras que evitan la entrada de sólidos de mayor tamaño. La limpieza se realiza cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Walter N°2 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 Walter N°2.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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	

Walter N°3

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,828111, Latitud: 9,786574, con una altitud aproximada de 1349,87 msnm. Esta captación no cuenta con una estructura adecuada para captar y proteger el agua, ya que no se dispone de un tanque o caseta, por lo cual tampoco cuenta con una tapa con cierre sanitario que facilite la limpieza y revisión periódica de la estructura. Lo anterior y la ausencia de una malla perimetral aumentan los riesgos de contaminación y el ingreso de personas y animales al sector de la captación. La 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 a la naciente Walter N°3 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 Walter N°3.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Piquín N°1

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,828539, Latitud: 9,786615, con una altitud aproximada de 1341,36 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto, no cuenta con malla de protección perimetral y además la captación en encuentra en una zona cafetalera, razón por la cual aumentan los riesgos de potencial contaminación. La limpieza se realiza cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Piquín N°1 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 Piquín N°1.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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	

Piquín N°2

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,828355, Latitud: 9,787272, con una altitud aproximada de 1343,51 msnm. La captación consiste de una estructura de concreto enterrada que no cuenta con tubería de rebose y respiraderos con la correspondiente rejilla de protección. La estructura presenta tapa en buen estado con cierre sanitario, sin embargo, no tiene canales para desviar el agua de escorrentía. Por otra parte, esta naciente se ubica en una zona cafetalera, lo que representa un riesgo de contaminación ya que no cuenta con cerca perimetral para evitar la entrada de personas no autorizadas o animales. Cada tres meses se realiza la limpieza de la estructura por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Según los registros de aforos brindados.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Piquín N°2 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 Piquín N°2.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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 "si")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Piquín N°3

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,828712, Latitud: 9,787569, con una altitud aproximada de 1333,41 msnm. La estructura de captación se ubica en una zona cafetalera, es de concreto y enterrada, cuenta con una tapa metálica que protege la captación, sin embargo, la estructura no es protegida por una cerca perimetral, lo que permite el acceso de personas ajenas al acueducto y animales a la captación. Al igual que la captación anterior, esta no cuenta con tubería de rebalse y/o rebose con rejilla de protección. La limpieza es realizada trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Piquín N°3 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 Piquín N°3.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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 "si")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Piquín N°4

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,828791, Latitud: 9,787379, con una altitud aproximada de 1329,22 msnm. La estructura de captación es de concreto y semi-enterrada, se ubica en una zona cafetalera y no cuenta con cerca de protección perimetral, y aun cuando tiene tapa con cierre, se permite el acceso fácil a animales y personas ajenas al acueducto a la captación. En la cámara de captación se emplea un tubo de PVC con agujeros que permite la entrada del líquido y evita el paso de material más grueso como piedras, hojas y raíces. La limpieza es realizada cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Piquín N°4 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 Piquín N°4.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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 "si")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Guábata

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,82159, Latitud: 9,795329, con una altitud aproximada de 1318,03 msnm. Esta naciente abastece a aproximadamente 120 abonados, se localiza en una zona agrícola y se observó viviendas cercanas a la captación, además cuenta con cerca perimetral. La estructura es de concreto y enterrada, tiene dos tapas metálicas con cierre y en condiciones sanitarias. Dentro de la cámara de captación la estructura está dividida diagonalmente con una pared de concreto que presenta una serie de agujeros en la parte superior que permiten el paso del agua, esto actúa como una barrera para las partículas de mayor peso. La limpieza es realizada por el fontanero cada tres meses y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente Guábata 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 Guábata.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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 "si")	2	8
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 aprecia en el Cuadro 3.14, de las 12 nacientes lo más crítico es que 9 captaciones no tienen malla de protección perimetral que impida el acceso de personas y animales. Además, que 5 estructuras están ubicadas en zonas con actividad agrícola.

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
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	9
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	6
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	1
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	0
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de las 12 nacientes con las que cuenta el acueducto como fuentes de abastecimiento se tiene que un 58,3 % presentan un riesgo bajo, un 33,3% presenta un riesgo intermedio, mientras que el restante 8,3 % corresponde a un riesgo alto, como se muestra en el Cuadro 3.15, de acuerdo al nivel y color de riesgo de la evaluación SERSA.

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

Nombre de la fuente	Caudal (L/s)	Nivel de Riesgo SERSA
El Gavilán	NR	Bajo
Don Mincho N°1	NR	Bajo
Don Mincho N°2	NR	Intermedio
El Bananal	NR	Bajo
Walter N°1	NR	Bajo
Walter N°2	NR	Bajo
Walter N°3	NR	Alto
Piquín N°1	NR	Intermedio
Piquín N°2	NR	Intermedio
Piquín N°3	NR	Intermedio
Piquín N°4	NR	Bajo
Guábata	NR	Bajo

3.2.2 Tanques de almacenamiento

El Gavilán

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,831731, Latitud: 9,78074, con una altitud aproximada de 1253,98 msnm. Se trata de una estructura semi-enterrada de concreto en el fondo y laterales, con techo en zinc que cubre toda la estructura, además de una caseta sobre el tanque donde se realiza la cloración. La tapa se ubica lateralmente, está construida con zinc como parte del techo de la estructura, tiene candado para el cierre y por la ubicación evita la entrada de otros materiales al interior.

Este tanque tiene una **capacidad de 108 m³** para abastecer a 90 familias con el agua proveniente de la naciente del mismo nombre. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. La estructura cuenta con cerca de protección, sin embargo, en los alrededores se desarrolla actividad agrícola y se ubican viviendas cercanas, factores de potencial contaminación.

Durante la visita de campo realizada al tanque El Gavilán 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 El Gavilán.

Fotografías		
Diagnóstico de la Infraestructura ((Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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

Don Mincho

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,83498, Latitud: 9,78134, con una altitud aproximada de 1164,45 msnm. La estructura es semi-enterrada en concreto, almacena el agua proveniente de Don Mincho N°1 y Don Mincho N°2 y cuenta con **un volumen de almacenamiento de 19,5 m³**. A partir de este tanque se abastece a 35 familias. Además, cuenta con sistema de desinfección, el cual se ubica en una caseta sobre la estructura del tanque. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Es importante destacar la presencia de actividad agrícola y animales en los alrededores del tanque, los cuales representan factores de potencial contaminación.

Durante la visita de campo realizada al tanque Don Mincho 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 tanque de almacenamiento Don Mincho.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	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")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Calle Barquero

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83.829609, Latitud: 9,787582, con una altitud aproximada de 1325,83 msnm. La estructura es a nivel en concreto y abastece a la comunidad de Calle Barquero, con **un volumen de 70 m³** y almacena el agua de El Bananal, Walter N°1, N°2 y N°3, Piquín N°1, N°2 y N°3; el rebose abastece al tanque de almacenamiento Calle Barquero. La limpieza es realizada trimestralmente por el fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Se observó potenciales fuentes de contaminación (animales, viviendas, basura y desarrollo de actividad agrícola). Por otra parte, no cuenta con el borde de 1 metro en su perímetro y el sistema de cloración está colocado sobre el tanque.

Durante la visita de campo realizada al tanque Calle Barquero 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 Calle Barquero.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	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 "si")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Bajo

El Sitio

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,83076, Latitud: 9,787364, con una altitud aproximada de 1310,88 msnm. Este tanque de almacenamiento se ubica a nivel y es de concreto con **un volumen de 70 m³**, cuenta con cerca perimetral y sistema de cloración; se abastece del rebalse del tanque Calle Barquero y permite abastecer la comunidad de Calle El Sitio. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Al igual que los tanques anteriores, este no cuenta con el borde de cemento a su alrededor y se ubica en una zona con potencial contaminación por animales, viviendas, basura y actividad agrícola.

Durante la visita de campo realizada al tanque El Sitio se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 3.19.

Cuadro 3.19. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento El Sitio.



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	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	

Guábata

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,832548, Latitud: 9,794124, con una altitud aproximada de 1183,64 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto, tiene **un volumen de 93 m³** y almacena el agua proveniente de la naciente de Guábata. La estructura cuenta con cerca perimetral para su protección, sin embargo, presenta visibles grietas y fugas en las paredes laterales y aunque cuenta con un borde de cemento en su perímetro, este es menor a un metro. La limpieza es realizada trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. El sistema de cloración es colocado en la parte superior del tanque. Este tanque también se encuentra en una zona con potenciales focos de contaminación como animales, viviendas y actividad agrícola.

Durante la visita de campo realizada al tanque Guábata 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 Guábata.

Fotografías		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	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”)	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 3.21, de los 5 tanques analizados lo más crítico es la existencia de potenciales fuentes de contaminación alrededor del tanque.

Cuadro 3.21. 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
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	5
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	1
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	1
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	0
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 5 tanques con que cuenta la ASADA para el almacenamiento del agua, se tiene que un 60% presentan un riesgo bajo mientras que el restante 40% tienen un riesgo intermedio como se muestra en el Cuadro 3.22.

Cuadro 3.22. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Palomo.

Nombre del Tanque	Material de Construcción del Tanque	Volumen del Tanque (m ³)	Nivel de Riesgo SERSA
El Gavilán	Concreto	108	Bajo
Don Micho	Concreto	19,5	Intermedio
Calle Barquero	Concreto	70	Bajo
El Sitio	Concreto	70	Bajo
Guábata	Concreto	93	Intermedio

De la evaluación de los 5 tanques de almacenamiento que posee la ASADA se tiene una capacidad total de almacenamiento de 360,5 m³ para atender la demanda de la población actual. En la revisión de los tanques no se observó que estas estructuras hidráulicas posean mecanismos para el cierre del ingreso del agua cuando el tanque llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse).

3.2.3 Sistemas de desinfección

Tanque El Gavilán

Se trata de un sistema construido por la ASADA, con tubos de PVC, imitando los sistemas comerciales de pastilla. El agua entra al clorador por la parte superior del contenedor, donde entra en contacto con las pastillas de cloro y sale de igual forma por la parte superior, dándose una dosificación continua, sin controlarse el flujo de entrada y salida, la concentración de la disolución aplicada o el caudal que ingresa al tanque de almacenamiento. El clorador se ubica en una caseta sobre el tanque de almacenamiento, agregándose la disolución en el medio del tanque de almacenamiento sin garantizarse una mezcla adecuada. La caseta brinda protección a la intemperie, sin embargo, no se dispone de un lugar debidamente acondicionado, con equipo de protección, bitácora con registro de caudales, concentración de la disolución de cloro aplicada y los caudales de entrada. Durante la visita se observó un residuo rojizo en las paredes y en el fondo del tubo del clorador, además este no contaba con tapa.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 3.23.

Cuadro 3.23. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque El Gavilán.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)

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		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?	X	
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	7	3
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Tanque Don Mincho

Al igual que el sistema anterior de desinfección, éste fue construido por la ASADA con tubos de PVC, imitando los sistemas comerciales de pastilla. El agua entra por la parte superior del contenedor, donde entra en contacto con las pastillas de cloro y sale de igual forma por la parte superior, dándose una dosificación continua, sin controlarse el flujo de entrada y salida, la concentración de la disolución aplicada o el caudal que ingresa al tanque de almacenamiento. Este sistema sí cuenta con tapa para cubrir el tubo donde se realiza la erosión de las pastillas.

El clorador se ubica en una caseta sobre el tanque de almacenamiento y se da el ingreso de la disolución de cloro en la parte superior del tanque, donde se ubica la tapa, sin garantizarse una correcta mezcla. La caseta da protección a la intemperie, sin embargo, no se dispone de un lugar debidamente acondicionado, con equipo de protección, bitácora con registro de caudales, concentración de la disolución de cloro aplicada y los caudales de entrada.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 3.24.

Cuadro 3.24. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Don Mincho.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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		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?	X	
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")	7	3
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Tanque Calle Barquero

Este sistema de desinfección mantiene las características de los dos sistemas anteriores construidos por la ASADA, dándose la entrada y salida del agua por la parte superior, cruda y luego de entrar en contacto con las pastillas de cloro. Se da una dosificación continua, sin control del flujo de entrada y salida al clorador, la concentración de la disolución aplicada y del caudal a ser clorado. En este caso el tubo de PVC no cuenta con tapa y se observó un material rojizo que cubría la superficie interior del tubo. De igual forma el clorador se ubica sobre el tanque de almacenamiento, en una caseta que resguarda el sistema, sin embargo, no se garantiza las condiciones requeridas, no se dispone de equipo de protección, bitácora con registro de caudales, concentración de la disolución de cloro aplicada y los caudales de entrada.

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 Calle Barquero.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)

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		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?	X	
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")	7	3
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Tanque El Sitio

Al igual que los sistemas de desinfección anteriores fue construido por la ASADA y se da la entrada y salida del flujo por la parte superior del clorador. Como se observa en la imagen del Cuadro 3.26, las pastillas son colocadas en el fondo del tubo y se da el contacto y erosión de las mismas en un proceso continuo sin control del caudal de entrada y salida, la concentración de la solución de cloro a aplicar y se desconoce el caudal a ser clorado en el tanque de almacenamiento. En este sistema también se observó que no contaba con tapa y se mantuvo el residuo rojizo en las paredes y fondo del tubo de PVC del clorador.

Este sistema se ubica sobre el tanque de almacenamiento en una caseta que no cuenta con las condiciones adecuadas para el proceso, tampoco se emplea equipo de protección para la manipulación de las pastillas, registros de caudales, concentración de la disolución de cloro aplicada y los caudales de entrada.

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 El Sitio.

Fotografías		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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		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?	X	
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")	7	3
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Tanque Guábata

Como en los sistemas descritos anteriormente, este clorador fue construido por la ASADA para atender la necesidad de desinfección, y está constituido por un tubo de PVC en el cual son colocadas las pastillas y entra un flujo de agua cruda que al entrar en contacto con las pastillas las erosiona y se obtiene una disolución para clorar de forma continua con una concentración desconocida. En el proceso no hay control del caudal de entrada y salida al clorador, la concentración de la solución de cloro a aplicar y se desconoce el caudal a ser clorado en el tanque de almacenamiento. Este sistema también se ubica sobre el tanque de almacenamiento en una caseta que no cuenta con las condiciones adecuadas para el proceso, no se emplea equipo de protección para la manipulación de las pastillas, no se realizan registros de caudales, concentración de la disolución de cloro aplicada y de los caudales de entrada al tanque de almacenamiento.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 3.27.

Cuadro 3.27. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Guábata.

Fotografías		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 30/01/2015)		
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		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?	X	
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de “sí”)	7	3
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 3.28 los 5 sistemas de cloración evaluados son críticos en todos los aspectos.

Cuadro 3.28. 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
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)	5
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)	5
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)	5
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)	5
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	5

Como resultado de la evaluación de los 5 sistemas de cloración presentes en los tanques de almacenamiento, se concluye que el 100% de los sistemas utilizados para la desinfección del agua se encuentran en riesgo alto como se muestra en el Cuadro 3.29.

Cuadro 3.29. Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA Palomo.

Ubicación del sistema de cloración	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque El Gavilán	Alto
Tanque Don Mincho	Alto
Tanque Calle Barquero	Alto
Tanque El Sitio	Alto
Tanque Guábata	Alto

3.2.4 Resumen de riesgos

Cuadro 3.30. 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 El Gavilán	Bajo	1
Naciente Don Mincho N°1	Bajo	2
Naciente Don Mincho N°2	Intermedio	3
Naciente El Bananal	Bajo	2
Naciente Wálter N°1	Bajo	2
Naciente Wálter N°2	Bajo	2
Naciente Wálter N°3	Alto	5
Naciente Piquín N°1	Intermedio	3
Naciente Piquín N°2	Intermedio	3
Naciente Piquín N°3	Intermedio	3
Naciente Piquín N°4	Bajo	2
Naciente Guábata	Bajo	2
Tanque de almacenamiento El Gavilán	Bajo	2
Tanque de almacenamiento Don Micho	Intermedio	3
Tanque de almacenamiento Calle Barquero	Bajo	2
Tanque de almacenamiento El Sitio	Bajo	2
Tanque de almacenamiento Guábata	Intermedio	3
Sistema de cloración en Tanque El Gavilán	Alto	7
Sistema de cloración en Tanque Don Mincho	Alto	7
Sistema de cloración en Tanque Calle Barquero	Alto	7
Sistema de cloración en Tanque El Sitio	Alto	7
Sistema de cloración en Tanque Guábata	Alto	7

3.2.5 Mapa de riesgos

A partir de la información recopilada en campo y la aplicación de los formularios SERSA en cada uno de los componentes del acueducto evaluados se obtiene la Figura 3.1 en la cual se identifican los riesgos de acuerdo al color correspondiente, se ubican cada uno de los componentes y las zonas de protección para las fuentes y ríos. Las áreas de protección 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.

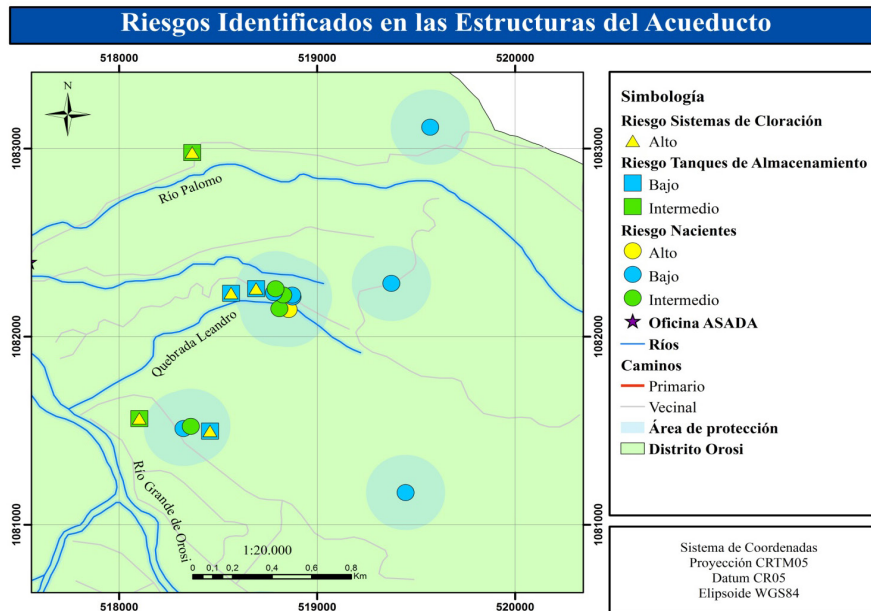


Figura 3.1 Mapa de riesgos identificados.

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

3.3 Caracterización de la gestión de la ASADA

De acuerdo a la herramienta evaluación de ASADAs, queda clasificada como ASADA B (En Desarrollo) al obtener una calificación de 61,3 como se muestra en el **Apéndice 1**. En la Figura 3.2 se observa un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las unidades de gestión de la herramienta.

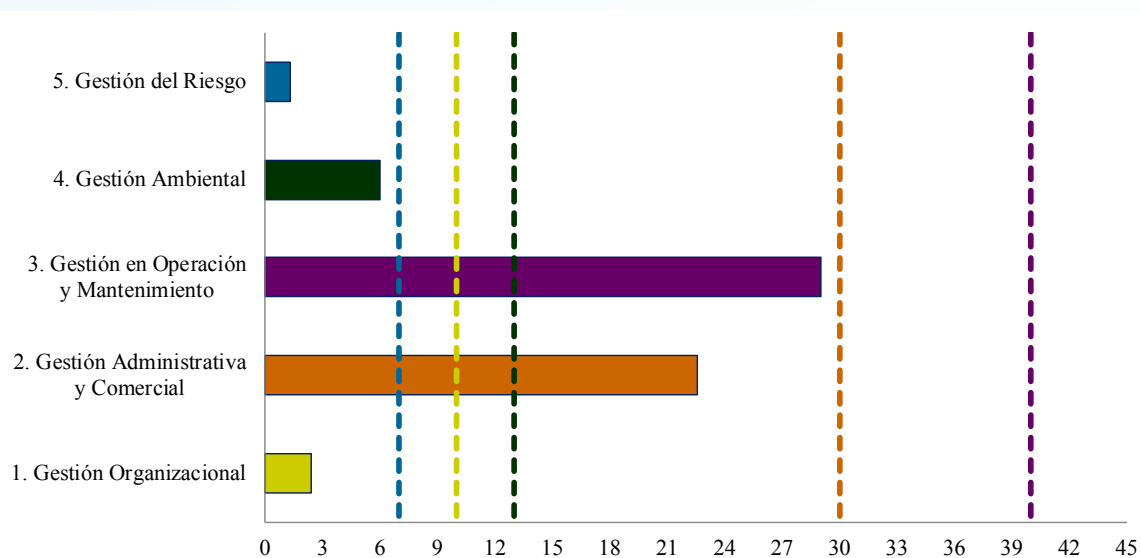


Figura 3.2 Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo

A partir de la Figura 3.2, se observa que la gestión administrativa y comercial es la que presenta la mejor calificación con un alcance del 75% con respecto a valor óptimo. Entre los factores que afectan el desarrollo adecuado de esta gestión se destacan los siguientes:

- El administrador y fontanero no cuentan con un grado académico técnico
- No se cuenta con recaudador electrónico
- No cuentan con plan de inversión
- La cobertura de micro medición no es del 100%
- No existe macro medición, ni se llevan registros del porcentaje de agua no contabilizada
- Registran más de un 10% de morosidad

La gestión en operación y mantenimiento de la ASADA se encuentra en segundo lugar con un 73% alcanzado en relación al valor óptimo establecido; siendo las siguientes actividades las que permitirían obtener un mejor desempeño:

- Colocar los terrenos donde se encuentran las fuentes a nombre de la ASADA
- Realizar registros (aforos) de producción de las fuentes actuales
- Inscribir los caudales ante el MINAE
- Aumentar la frecuencia de monitoreo de la calidad
- Disminuir al máximo las interrupciones en el servicio

La ASADA alcanzó un 46% del valor total deseado en la gestión ambiental, y se encontró que los factores más importantes que afectan este desempeño son, certificarse en el Programa de Sello de Calidad Sanitaria, realizar campañas ambientales, plantear planes de reforestación y conservación del recurso hídrico, definir mediante un estudio técnico el área de protección de las fuentes y demarcarlas.

En cuanto a la gestión de riesgo y gestión organizacional se reportó un 19% y 24%, respectivamente, de alcance con respecto al valor óptimo en la evaluación de cada tipo de gestión, siendo estas dos unidades las que tienen calificaciones más bajas. En este caso, las evaluaciones se ven afectadas por factores como conocer las amenazas y vulnerabilidades del sistema, estar capacitados para atender una emergencia. Además, mantener los libros legales al día, que la Junta Directiva se encuentren capacitados por el INA, contar con el convenio de delegación.

3.4 Propuestas de Mejora

Mediante este apartado se presenta un plan de mejoras para el acueducto según los resultados de la herramienta SERSA y la herramienta de evaluación de ASADAs del ICAA, para que estas mejoras sean implementadas es necesario que la ASADA mediante sus figuras administrativas y operativas realice una valoración de cada una de estas y en lo posible se prioricen con un cronograma de ejecución según recursos técnicos, económicos y de personal disponible.

3.4.1 Factores de riesgo SERSA

3.4.1.1 Sistemas de captación

Tipo naciente

De acuerdo a la aplicación del instrumento SERSA, en el Cuadro 3.14 se presentan los factores de riesgo críticos con mayor incidencia presentados en las captaciones tipo nacientes, para los cuales 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 las captaciones de tal forma que se impida el ingreso libre de personas y/o animales a estas estructuras.
- Mantener una vigilancia permanente a las actividades (agrícolas, ganadería y/o industriales) aguas arriba de las captaciones.
- 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 los Apéndice 2 y Apéndice 3 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

Como resultado de la evaluación de los 5 tanques con que cuenta la ASADA se obtuvo un riesgo bajo-intermedio los tanques, en el Cuadro 3.22 se observa el resumen de los niveles de riesgo identificados de estas estructuras.

De los tanques evaluados ninguno dispone de un sistema de aforo, con el fin de medir el caudal que ingresa al tanque y establecer las variaciones del flujo que ingresa a cada uno, esta información es importante para establecer 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 a las variaciones climáticas.
- Valorar las pérdidas de agua en las tuberías de conducción, quebragradiantes y otras estructuras desde las captaciones hasta el tanque de reunión y de este hasta el tanque de almacenamiento. Para lo cual se deben instalar sistemas de aforos.

- Determinar tiempos de retención hidráulica – TRH- en el tanque de almacenamiento.

En la revisión de los tanques no se observaron dispositivos o mecanismos para el cierre del ingreso del agua en especial en el tanque de almacenamiento cuando este llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse) que eviten el desperdicio de agua clorada. Además, no posee un sistema de medición (macromedidor) en la tubería de salida del tanque a la comunidad, con el fin de establecer los siguientes datos:

- Medir el volumen (m³) que sale del tanque, para realizar balances con los datos de la facturación y establecer posibles pérdidas en la red de distribución.
- 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 rebalses.

De la evaluación de los riesgos de la herramienta SERSA, en el Cuadro 3.21 se presentan los factores críticos con mayor incidencia de los 5 tanques, para los cuales se recomienda las siguientes acciones para disminuir el riesgo de afectación de estas estructuras durante el tiempo de su vida útil. En el caso de los tanques de almacenamiento, el cual juega un papel muy importante en un acueducto: regulador del consumo, mantener una reserva de agua, se realiza la desinfección, punto de partida para la distribución de agua a la comunidad; por lo anterior es necesario tener una vigilancia, cuidado y control en los siguientes factores de riesgo:

- 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.
- Realizar acciones para solucionar el problema de grietas y fugas externas en los tanques de almacenamiento, vigilar que no tengan infiltraciones en el terreno (fugas en la losa de fondo), para esto realizar pruebas de fugas: mediante observación, si el nivel de agua baja en los tanques cuando se cierra el ingreso y salida del agua.
- Todo tanque de almacenamiento debe disponer de respiradores localizados en la parte superior.

Si se desea conocer el volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual, tomando en cuenta una población de aproximadamente 2500 habitantes y una dotación de 190 L/pers*día, para un porcentaje de cero pérdidas y además con un 20% de pérdidas en la red de distribución y además considerando un caudal de incendio de 8 L/s el cual es el mínimo recomendado por el ICAA para poblaciones entre 5000 y 15000 habitantes (2001) se obtienen los valores mostrados en el Cuadro 3.31.

Cuadro 3.31. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Palomo

% de pérdidas	Volumen de regulación (m ³)	Volumen contra incendios (m ³)	Volumen de reserva (m ³)	Volumen seleccionado (m ³)
0	141,45	115,20	78,58	141
20	169,74	115,20	94,30	170

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 3.31, el acueducto requiere de un volumen de almacenamiento de 141 - 170 m³ para abastecer a la población actual, considerando un escenario de consumo de 190 L/pers*día, para pérdidas de 0% y 20%. Con la capacidad de almacenamiento actual de 360,5 m³, el acueducto puede abastecer a la población durante tiempo suficiente para cumplir con

el volumen de regulación y puede dar el abastecimiento a la población por aproximadamente 15 horas, si se considera la dotación de 190 L/p*d.

3.4.1.3 Sistema de desinfección

Según el Cuadro 3.29, se muestra el resumen de la evaluación de los sistemas de desinfección que posee el acueducto en los tanques de almacenamiento de acuerdo a la aplicación de la herramienta SERSA, estos sistemas reportaron un riesgo alto. La tecnología aplicada para la desinfección del agua instalado es llamada por la ASADA sistema “cloración con pastillas”, que utiliza tabletas de hipoclorito de calcio de lenta disolución, con un grado de pureza del 68%; este sistema posee varios aspectos que deben ser mejorados. A continuación, se presentan las recomendaciones para disminuir los riesgos y garantizar que la desinfección se aplique correctamente.

- Todo sistema de desinfección debe disponer de una caseta debidamente acondicionada para la preparación, aplicación, control y un lugar adecuado para tener el equipo de protección y almacenamiento del reactivo.
- 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 4 donde se establece un formato para el registro de mediciones de cloro residual.
- No se dispone de información sobre la curva de demanda de cloro del agua que llega al tanque.

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

Es necesario tener en cuenta en 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 a los usuarios 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 lo 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 si está cumpliendo con los caudales captados en comparación con los valores concesionados.

4 Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad del Palomo

Uno de los aspectos más importantes para que exista un saneamiento adecuado en una comunidad, con el fin que las personas y los ecosistemas estén sanos, es la existencia de tratamientos adecuados para las aguas residuales domésticas.

En este documento informativo, se definen dos tipos de aguas residuales, las cuales se describen a continuación. El primer tipo es el agua residual negra, que proviene de los sanitarios/inodoros de los hogares/ comercios/instituciones y otras actividades y el segundo tipo de agua residual es el agua gris, esta agua es la que se desecha después de ser usada en lavado de ropa, platos, alimentos, duchas, lavamanos.

En el caso de los residuos sólidos, según la legislación del país, se describen los residuos sólidos ordinarios y los residuos peligrosos (Ley N° 8839, 2010). Ambos tipos de materiales son recolectados por la municipalidad de Paraíso, sin embargo, a la fecha no existen sistemas de tratamiento separados. Para la atención del servicio de recolección esta municipalidad cuenta con 20 empleados y en el aseo de vías se cuenta con la colaboración de 15 personas (Ledezma, 2009). El servicio de recolección lo realiza la Municipalidad, mientras que el tratamiento se hace en el relleno sanitario los Pinos. El costo por tratamiento es de 8500 colones la tonelada. La municipalidad cuenta con 12 rutas de recolección, dos veces por semana cada una. El proceso de recolección se hace en las aceras en forma manual, no aplica ningún sistema de separación en la fuente y tampoco en los camiones recolectores (Ledezma, 2009).

La Municipalidad no cuenta con programas de recolección de residuos valorizables.

En el área de Palomo se realizaron inspecciones visuales y se aplicó una encuesta a la población en general con el objetivo de determinar el conocimiento que posee la comunidad sobre el tratamiento que se está realizando a las aguas negras – grises y residuos sólidos en cada hogar.

En ese sentido se determinó que el 100% de las aguas grises son canalizadas descargadas directamente a las fuentes superficiales, el 88% de las viviendas utilizan tanque séptico para tratar sus aguas negras que provienen de los sanitarios/inodoros.

La comunidad presenta dos áreas geográficas diferentes, una que es plana en donde se concentra la mayor parte de la población y una quebrada con alta pendiente, cerca de la ribera del río Palomo.

En la parte plana, se encuentra que las aguas residuales grises son dispuestas sin tratamiento enfrente de las casas, en caños que recolectan éstas en conjunto con las aguas pluviales. Estos caños van a caer directamente al río, contaminándolo.

En el área cerca del río, existe la misma práctica descrita antes, pero con el agravante que hay algunas viviendas que lanzan al río directamente el agua residual negra junto con el agua gris, situación que contamina aún más el ambiente.

No existen suficientes espacios en algunos hogares para colocar un tanque séptico, pero ocurre también que las personas no tienen suficiente educación o medios económicos como para hacer la inversión en el mismo.

Un tema adicional que agrava la disponibilidad del agua para consumo humano, es que la ribera de ríos y quebradas no están protegidas por zona boscosa mínima de ley, haciendo que las fuentes se sequen en verano y produzcan inundaciones en períodos de lluvia.

El recurso hídrico se ve afectado seriamente por la no conservación de las zonas a orillas de ríos.

Por último existen algunos lugares de la comunidad donde las aguas residuales se empozan y sirven para la proliferación de mosquitos del tipo *Aedes aegypti* causante de enfermedades como Chikunguña, la fiebre de Zika, el Virus Mayaro, fiebre amarilla y Dengue.

Por ahora la comunidad no tiene graves problemas en saneamiento, pero en un futuro cercano de continuar con las prácticas incorrectas de disposición y sin tratamiento de las aguas residuales, se llegarán a condiciones muy negativas.

En el caso de los residuos sólidos la encuesta realizada en el sitio muestra que la comunidad prácticamente no participa en procesos de recuperación de materiales en la fuente. Aunque más de la mitad de las personas encuestadas parece conocer cuáles son los materiales que podrían recuperarse, citándose principalmente la recuperación de plástico, es común observar materiales tirados en los ríos.

4.1 Recomendaciones

1. En el tema de aguas residuales a pesar de no ser responsabilidad actual de la ASADA, es importante que se busquen soluciones conjuntamente con la Municipalidad, MINAE, y los ciudadanos. Dichas soluciones deben estar orientadas a la protección de las riberas del río y quebradas pequeñas para evitar la evaporación, disminuir la contaminación e inundaciones alrededor de dichas fuentes de agua. Estas fuentes pueden convertirse en futuras fuentes de agua para el consumo humano.
2. El tratamiento de las aguas grises puede hacerse con soluciones individuales en lugares más rurales de la comunidad, o sea, donde hay mayor espacio para la instalación de sistemas de tratamiento, dichas soluciones podrían ser financiadas por los propios hogares, por ejemplo. En Palomo, los lotes cuentan con espacios de terreno interesantes donde instalarse tratamientos económicos evitando la contaminación de fuentes naturales superficiales.
3. En el caso de centros de población o lugares más urbanos deberán coordinarse acciones con la Municipalidad respectiva con el objetivo de contar con la inversión en sistemas de alcantarillado sanitario que llevarían las aguas residuales a plantas de tratamiento, las cuales a su vez, verterían las aguas tratadas a las fuentes naturales con una carga contaminante mínima o dentro de la normativa nacional.
4. Es importante señalar que las fuentes naturales superficiales (ríos y quebradas) deben protegerse dado que son posibles fuentes de agua potable en un futuro cercano por el hecho de la existencia del cambio climático que amenaza con la escases del recurso hídrico. Las condiciones de sequía son cada vez más frecuentes y las fuentes podrían disminuir, pero además a esto se le suma la población mal acostumbrada a contar con agua suficiente hasta para el desperdicio por lo que, se deben tomar medidas urgentes para protegerlas para su posible uso futuro.
5. Implementar campañas de educación ambiental orientadas a sensibilizar a las personas en el adecuado manejo de aguas grises y negras, en el tema de uso racional del recurso hídrico, en cambio climático y el riesgo asociado y finalmente en el tema de residuos sólidos. Existen programas de educación ambiental para niños, pero los temas anteriores deben ser impartidos para adultos.
6. Coordinar con la Municipalidad para iniciar programas de recuperación de materiales valorizables y de residuos peligrosos.

5 Referencias

Asamblea Legislativa República de Costa Rica. (1996). Ley Forestal. *Diario Oficial La Gaceta*, (72), 1–102. Retrieved from http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526&strTipM=FN

Asamblea Legislativa República de Costa Rica. Ley N° 8839 para la Gestión Integral de Residuos (2010). Costa Rica. Retrieved from http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&nValor4=NO&strTipM=TC

Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. Ley de Aguas N°276 (1942). Costa Rica. Retrieved from http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_articulo.aspx?param1=N-RA&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&nValor5=69325

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

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA). Normas de diseño de agua potable y no autorización para el uso de tuberías PVC-SDR-41. (2001). San José: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Retrieved from <http://www.bcie.org/uploaded/content/article/1496370752.pdf>

Ledezma, A. (2009). *Diagnóstico Inicial de la Situación de los Residuos Sólidos en la Municipalidad de Paraíso, Cartago-Costa Rica*. Cartago, Costa Rica. Retrieved from http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/quimica/cipa/Proyectos/FOMUDE/Inf.RS.Munic_Paraíso_2009 FINAL.pdf

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.

6 Apéndices

6.1 Resultado de caracterización de la ASADA

ASADA: Palomo

Fecha: Febrero 2015

Responsable de información:
René Cruz Castro

45

ASADA DE PALOMO, OROSI, PARAÍSO

PARÁMETRO	FACTOR	ACTIVIDADES A CALIFICAR	PESO	%	CALIFICACIÓN				PESO	%
					0	1	2	3		
1. GESTIÓN ORGANIZACIONAL										
1.1. ORGANIZACIÓN COMUNAL										
Organización de la ASADA	1	Efectúan Asambleas ordinarias según la Legislación	3	0,5	no			si	3	0,5
		Organizan Actividades para incorporar nuevos socios (Plan de Afiliación)	3	0,5	no			si	3	0,5
		Que porcentaje de los abonados están constituidos como socios	3	0,5	no	<50%	>50%	todos	1	0,2
		Mantienen los Libros legales al día	2	1	no tienen	sin actualizar	al día		0	0,0
		La Junta Directiva cuenta con capacitación del INA	3	0,5	no			si	0	0,0
		Cumplimiento legal con respecto a los estatutos actualizados	3	0,5	no			si	3	0,5
		Cuenta con el Convenio de Delegación	3	5	no		si	0	0,0	
1.2. SOCIAL										
Proyección Comunal	1	Informan sobre su gestión a la comunidad	2	0,5	nunca	poco	bastante		1	0,3
		Brindan campañas a escuelas/colegios	2	1	nunca	poco	bastante		1	0,5
S U B - T O T A L			24	10					2,4	
2. GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y COMERCIAL										
2.1. ADMINISTRACIÓN										
Recurso Humano	2	Cuentan con Administrador	3	1,5	no hay	si hay	Capac. INA	Técnico o	2	1,0
		Cuentan con Fontanero (s)	3	1,5	no hay	si hay	Capac. INA	Técnico	2	1,0
		Cuentan con Recaudador (es)	3	0,5	no	si	físico	electrónico	1	0,2
		Los funcionarios están asegurados (CCSS)	3	1	no			si	3	1,0
		Los funcionarios cuentan con póliza (INS)	3	1	no			si	3	1,0
Sistema de Contable	1	Registran sus operaciones contables	2	3	no hay	sin actualizar	al día		2	3,0
		Cuentan con Estados Financieros	2	1,5	no hay	sin actualizar	al día		2	1,5
		Remiten Estados Financieros al AyA	3	2	no			si	3	2,0
Financiamiento		Cuentan con un plan de inversión	3	1	no			si	0	0,0
		Capacidad de Liquidez para el Financiamiento de las inversiones	2	1	no tiene	<50%	>50%		2	1,0
		Registran depósitos de fondos en cuenta Bancaria a nombre de la ASADA	3	1	no			si	3	1,0
S U B - T O T A L			30	15					12,7	

2.2. COMERCIAL										
Gestión Comercial	2	Cuenta con Micro medición	3	2	no tiene	<50%	>50%	100%	1	0,7
		Cuentan con Macro medición	3	1	no			si	0	0,0
		Conocen mediante registros el porcentaje de agua no contabilizada (Produc. Vrs Fact.)	2	1	No conocen	Si, >40%	Si, <40%		0	0,0
		Aplican las tarifas vigentes ARESEP	3	2,5	no			si	3	2,5
		Tienen programa de cortas	3	2	no			si	3	2,0
		Registran morosidad mensual	2	0,5	>10%	<10%	ninguna		0	0,0
		Se tiene disponibilidad agua para nuevos servicios	3	1	no			si	0	0,0
		Se tiene retenidas solicitudes de nuevos servicios	3	0,5	si			no	3	0,5
		Aplican las tarifas de Ley de Hidrantes	3	0,5	no			si	3	0,5
		Existen contabilidades por separado para los ingresos por hidrantes	3	1	no			si	3	1,0
Sistema de Facturación	1	Tienen sistema de facturación	3	1	no			si	3	1,0
		La facturación se respalda en medios	2	0,5	no	físicos	electrónicos		1	0,3
		En que lugar se custodia el respaldo de la información	2	0,5	no	en la ASADA	fuera de la ASADAS		2	0,5
Catastro de Servicios	2	Cuentan con catastro de servicios	2	1	no	si, desactual.	si, actualizado	2	1,0	
SUB - T O T A L			37	15					9,9	
TOTAL DE RUBRO			67	30					22,6	
3. GESTIÓN EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO										
3.1. AGUA POTABLE										
Recurso Hídrico	2	Los terrenos donde se encuentran las fuentes están legalmente a nombre	3	2	otros			ASADA	0	0,0
		Elaboran registros (Aforos) de producción de las fuentes actuales (l/s)	3	2	no			si	0	0,0
		Se encuentran caudales inscritos en el MINAE	3	3	no	por otros	en proceso	ASADA	0	0,0
Tratamiento del Agua	1	Poseen sistema de desinfección	3	4	no			si	3	4,0
		Según análisis el agua es apta para el consumo humano	3	5	no			si	3	5,0
Calidad del Agua	2	La calidad del agua es potable en toda la red	3	5	no	<50%	>50%	100%	3	5,0
		La calidad del agua es potable en todas las fuentes	3	5	no	<50%	>50%	todas	3	5,0
		Frecuencia de monitoreo de la calidad (Análisis)	3	3	ninguna	2 al año	4 al año	6 al año	1	1,0
Nivel del Servicio	2	Se dan interrupciones en el servicio (continuidad del servicio, fugas, roturas, etc)	3	2	6 al año	4 al año	2 al año	ninguna	0	0,0
		Elaboran registros de control y seguimiento de quejas	3	2	no			si	3	2,0
		La presión en las redes es adecuada	3	2	no en toda la red	<50%	>50%	100%	3	2,0
Infraestructura y Condiciones	1	Estudio Técnico de la Infraestructura, que refleja el estado de conservación y capacidad de las partes del sistema	3	5	No tiene	<50% del sistema	>50% del sistema	100%	3	5,0
S U B - T O T A L			36	40					29,0	
4. GESTIÓN AMBIENTAL										
Iniciativas de Conservación del Ambiente	1	Es la ASADA vigilante de posibles fuentes de contaminación del ambiente	3	2	no			si	3	2,0
		Participa en el Programa de Sello de Calidad Sanitaria	3	3	No tiene	Incorporado	En Proceso	Certificado	1	1,0
		Realiza la ASADA campañas ambientales	3	1	No hay	Anual	Semestral	Mensual	0	0,0
Iniciativas de conservación del Recurso	1	Tiene la ASADA planes de reforestación u otros de conservación del recurso hídrico	3	1	No hay	comentado	identificado	por escrito	0	0,0
Manejo del Recurso Hídrico	3	Existe un estudio técnico para definir el área de protección de las fuentes	3	2	No tiene	<50% de las fuentes	>50% de las fuentes	todas las fuentes	0	0,0
		El área de protección de la(s) fuente(s) está(n) demarcada(s)	3	1	No tiene	<50% de las fuentes	>50% de las fuentes	todas las fuentes	0	0,0
		En el área de la o las fuentes se realiza vigilancia periódica	3	3	no hay	mensual	semanal	diaria	3	3,0
S U B - T O T A L			21	13					6,0	
5. GESTIÓN DEL RIESGO										
Plan de emergencia	1	Han analizado emergencias anteriores (derrumbes, deslizamientos, inundaciones)	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	2	0,2
		Participan en la Elaboración de los Planes de Seguridad del Agua	3	2	No	En Gestión	Incorporados	Aprobados	0	0,0
		Conocen las amenazas al sistema	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	0	0,0
		Conocen las vulnerabilidades del sistema	3	0,5	No	comentadas	identificadas	por escrito	2	0,3
		Cuentan con un protocolo de emergencias	3	0,5	No	comentado	identificado	por escrito	0	0,0
		El personal está capacitado para atender un protocolo para emergencias	3	0,3	no	pocos	algunos	todos	0	0,0
		Los componentes del sistema se ubican en zonas vulnerables	3	0,3	todos	casi todos	pocos	ninguno	1	0,1
Plan de Contingencia	1	Se han identificado fuentes alternativas de abastecimiento	3	0,2	no	incompleto	completo	detallado	1	0,1
		Cuentan con recursos para alquilar equipo	3	0,1	no			si	0	0,0
		Se han identificado un stock de repuestos o accesorios necesarios para la continuidad del servicio en casos de emergencia.	3	0,5	no	incompleto	completo	detallado	1	0,2
		Cuentan con stock mínimo de repuestos de operación	3	0,6	no	incompleto	completo	detallado	1	0,2
		Disponen de un listado de proveedores	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	1	0,1
Mapeo y Relación de Actores Involucrados	1	Tienen asegurados los activos	3	0,5	no	pocos	algunos	todos	0	0,0
		Cuentan con un mapa del sistema	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	0	0,0
		Los funcionarios conocen sus roles de responsabilidad en caso de emergencia	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	1	0,1
S U B - T O T A L			45	7					1,3	
T O T A L			193	100					61,3	

6.2 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)**

Elaborado por Laura Ureña Vargas 2016

6.3 Formato para el registro de los aforos

48

ASADA DE PALOMO, OROSI, PARAISO

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

7. Anexos

7.1 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		

**FICHA DE CAMPO 3
TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

I-) INFORMACION GENERAL						
Fecha:	Fotografía					
Nombre acueducto:						
No. Registro:						
Nombre tanque:						
Dirección:						
Encargado:						
Teléfono:						
Nombre del funcionario:						
Tipo tanque:						
<table border="1"> <tr> <td>Elevado ()</td> <td>A nivel ()</td> </tr> <tr> <td>Enterrado ()</td> <td>Semi-enterrado ()</td> </tr> </table>		Elevado ()	A nivel ()	Enterrado ()	Semi-enterrado ()	
Elevado ()		A nivel ()				
Enterrado ()		Semi-enterrado ()				
Material del tanque:						
<table border="1"> <tr> <td>Concreto (X)</td> <td>Metálico ()</td> <td>Plástico ()</td> </tr> </table>		Concreto (X)	Metálico ()	Plástico ()		
Concreto (X)		Metálico ()	Plástico ()			
Frecuencia de limpieza:						
<table border="1"> <tr> <td>Anual ()</td> <td>Semestral ()</td> <td>Trimestral ()</td> </tr> <tr> <td>Mensual ()</td> <td>Otra ()</td> <td>No sabe/Nunca ()</td> </tr> </table>	Anual ()	Semestral ()	Trimestral ()	Mensual ()	Otra ()	No sabe/Nunca ()
Anual ()	Semestral ()	Trimestral ()				
Mensual ()	Otra ()	No sabe/Nunca ()				

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo del tanque de almacenamiento	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)		
2. ¿Está la tapa del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (critica)		
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro?		
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (critica)		
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque?		
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		
7. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (critica)		
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (critica)		
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 4
SISTEMA DE CLORACIÓN**

I-) INFORMACION GENERAL		Fotografía									
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:											
<table border="1"> <tr> <td>Gas Cloro ()</td> <td>Electrólisis ()</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pastillas (Erosión) ()</td> <td></td> <td>Otro ()</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Dosificación: Continua ()</td> <td></td> <td>Tiempos Programados ()</td> </tr> </table>	Gas Cloro ()	Electrólisis ()		Pastillas (Erosión) ()		Otro ()	Tipo de Dosificación: Continua ()		Tiempos Programados ()		
Gas Cloro ()	Electrólisis ()										
Pastillas (Erosión) ()		Otro ()									
Tipo de Dosificación: Continua ()		Tiempos Programados ()									

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? (crítica)		
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)		
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)		
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)		
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? (crítica)		
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		

