



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE CAÑÓN-MACHO GAFF- DAMITA, SAN ISIDRO, EL GUARCO 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 ASADA^s DE LA PROVINCIA DE CARTAGO,
CON UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE CAÑÓN-MACHO GAFF-DAMITA, SAN ISIDRO, EL GUARCO, CARTAGO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO.

Serie de documentos de divulgación ambiental del proyecto:

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

DOCUMENTO N° A007

Noviembre, 2016

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

Evaluación de la gestión de la ASADA de Cañón-Macho Gaff-Damita,

San Isidro, El Guarco, Cartago, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico.

Número de páginas: 32

ISBN: 978-9968-641-59-3
978-9968-641-58-6 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A007

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 CAÑÓN - MACHO GAFF - DAMITA, SAN ISIDRO, EL GUARCO, 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: Sr. Ulises Calvo y Sr. Martín González funcionarios de la ASADA.

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	7
2. Descripción General	8
3. Esquema del acueducto.....	9
4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Cañón – Macho Gaff – Damita.....	9
4.1 Metodología.....	9
4.2.1 Captaciones tipo nacientes.....	10
4.2.2 Tanques de almacenamiento	14
4.2.3 Sistemas de desinfección.....	17
4.2.4 Resumen de riesgos de cada uno de los componentes del acueducto	19
4.2.5 Mapa de riesgos.....	20
4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA.....	21
4.4 Propuestas de Mejora.....	21
4.4.1 Factores de riesgo SERSA.....	21
5. Aguas Residuales Y Residuos Sólidos en la comunidad de Macho Gaff.....	24
5.1 Recomendaciones	24
6. Referencias	26
7. APÉNDICES.....	27
7.1 Guía para la realización de aforos	27
7.2 Formato para el registro de los aforos	28
7.3 Formato para el registro de mediciones de cloro residual	29
8. Anexos 30	
8.1 Fichas de campo SERSA.....	30

Índice de cuadros

Cuadro 4.1.	Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.	10
Cuadro 4.2.	Ficha de campo SERSA Naciente N°1.	11
Cuadro 4.3.	Ficha de campo SERSA Naciente N°2.	12
Cuadro 4.4.	Ficha de campo SERSA Naciente N°4.	13
Cuadro 4.5.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo naciente.	13
Cuadro 4.6.	Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Macho Gaff-Cañón-Damita.	14
Cuadro 4.7.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento.	15
Cuadro 4.8.	Ficha de campo SERSA tanque de reunión.	16
Cuadro 4.9.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.	17
Cuadro 4.10.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Cañón-Macho Gaff-Damita.	17
Cuadro 4.11.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración.	18
Cuadro 4.12.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para los sistemas de cloración.	19
Cuadro 4.13.	Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Cañón-Macho Gaff-Damita.	19
Cuadro 4.14.	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA.	20
Cuadro 4.15.	Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual.	23

Índice de figuras

Figura 2.1.	Mapa de ubicación, ASADA Cañón- Macho Gaff -Damita.	8
Figura 3.1.	Esquema del sistema del acueducto de Cañón-Damita y Macho Gaff. ...	9
Figura 4.1.	Mapa de riesgos identificados.	20

1. Introducción

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

También se presentarán las evaluaciones realizadas en la operación, mantenimiento del sistema de abasto de agua potable y la valoración de los riesgos en las estructuras hidráulicas que componen el acueducto, además de la gestión organizacional, administrativa, comercial, en operación y mantenimiento, ambiental, así como la gestión del riesgo que realiza la ASADA de Cañón – Macho Gaff - Damita, San Isidro, El Guarco, 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

El acueducto de Cañón-Damita y Macho Gaff se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón El Guarco (N°8), en el distrito de San Isidro (N°2), como se muestra en la Figura 2.1. Abastece aproximadamente **384 abonados con una población de alrededor 1690 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.

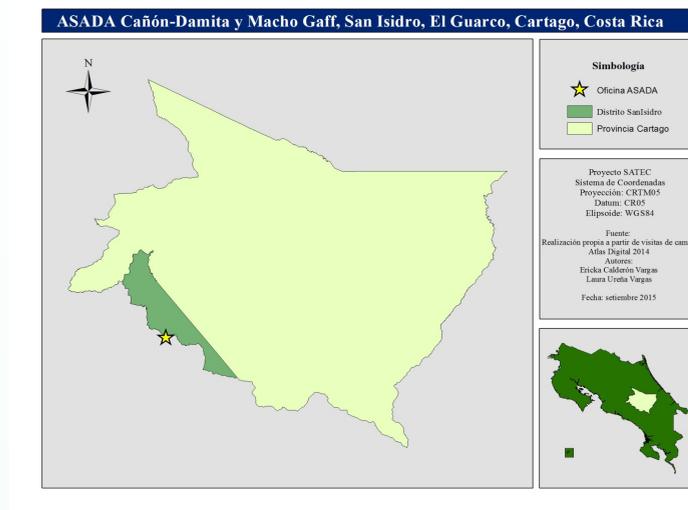


Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA Cañón- Macho Gaff -Damita.

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

3. Esquema del acueducto

Las fuentes de abastecimiento empleadas por este acueducto son nacientes, las cuales se cloran al llegar al tanque de almacenamiento, para su desinfección se utiliza la técnica de “erosión por pastillas”. El sistema de este acueducto está compuesto por tres captaciones tipo nacientes, un tanque de reunión, un tanque de almacenamiento, línea de conducción y red de distribución; en la Figura 3.1 se muestra un esquema de la distribución general de los componentes mencionados. Por otra parte, la ASADA de Cañón-Damita y Macho Gaff cuenta con un porcentaje de cobertura de micromedidores del 100%.

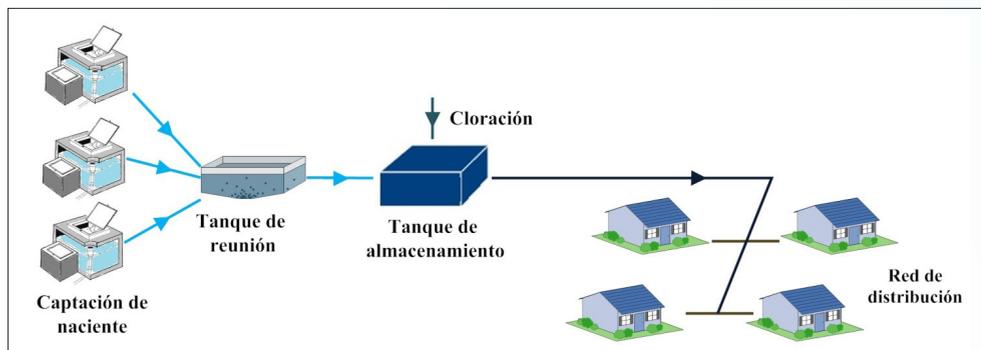


Figura 3.1. Esquema del sistema del acueducto de Cañón-Damita y Macho Gaff.

4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Cañón – Macho Gaff – Damita

4.1 Metodología

La gestión del agua potable de cada ASADA se determinó aplicando diversos instrumentos nacionales y el criterio de experto. Para tal fin, se realizaron reuniones y visitas de campo con el personal administrativo y operativo de la ASADA de Higuito.

El objetivo de estas visitas fue verificar el estado de todos los componentes del sistema: fuentes de abastecimiento, quiebra gradientes, tanques de almacenamiento y sistemas de desinfección. Además, se tomaron puntos con GPS map 64s marca Garmin para georreferenciar la ubicación de dichos componentes.

Se 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, quiebra gradientes, tanques de almacenamiento y sistemas de desinfección. Además, se tomaron puntos con GPS map 64s marca Garmin para georreferenciar la ubicación de dichos componentes.

Se realizó una evaluación con las guías de inspección del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA) para la identificación de riesgos, en los componentes de captaciones de agua superficial, captaciones de nacientes o manantiales y tanques de almacenamiento. Además, se realizó una

adaptación para evaluar los sistemas de desinfección, considerando el formato seguido por la herramienta Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud – SERSA (Ver Anexo 1).

La herramienta SERSA es empleada por el Ministerio de Salud y consiste en la identificación de factores de riesgo y la determinación de un nivel de riesgo (muy alto, alto, intermedio, bajo y nulo) (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015), de acuerdo a los factores identificados en las estructuras durante las visitas de campo. En el Cuadro 4.1 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 4.1. Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.

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

Fuente: (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015)

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

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

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

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

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

4.2.1 Captaciones tipo nacientes

Naciente N°1

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,848181, Latitud: 9,628915, con una altitud aproximada de 3019,35 msnm. Se trata de una estructura enterrada y cubierta con baldosas de con-

creto, de las cuales algunas se encuentran sueltas y son empleadas como tapas; por lo tanto, la tapa de esta naciente no está construida en condiciones sanitarias, además de no poseer un cierre seguro. Por el estado de la estructura existe un riesgo potencial de infiltraciones. Su limpieza se realiza bimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente N°1 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Ficha de campo SERSA Naciente N°1.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 15/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?	X	
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	X	
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		X
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Naciente N°2

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,848307 Latitud: 9,628983, con una altitud aproximada de 3019,52 msnm. Se trata de una estructura enterrada y cubierta con baldosas de concreto, de las cuales algunas se encuentran sueltas y son empleadas como tapas; por lo tanto, la tapa de esta naciente no está construida en condiciones sanitarias, además de no poseer un cierre seguro. Por el estado de la estructura existe un riesgo potencial de infiltraciones. Su limpieza se realiza bimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente N°2 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Ficha de campo SERSA Naciente N°2.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 15/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?	X	
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	X	
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		X
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Naciente N°4

La naciente se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,848092 Latitud: 9,629563, con una altitud aproximada de 3020,27 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto. Su limpieza se realiza bimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente N°4 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Ficha de campo SERSA Naciente N°4.

Fotografías		
No se cuentan con registros fotográficos		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 15/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?	X	
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	X	
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		X
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
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 4.5 de **las 3 nacientes** analizadas lo más crítico es que todas carecen de una malla que impida el acceso de personas y animales, además de la identificación de grietas en las paredes de las estructuras de captación de 2 nacientes.

Cuadro 4.5. Factores 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)	3
2. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	2
3. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	0
4. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	0
5. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de las 3 nacientes con las que cuenta el acueducto como fuentes de abastecimiento se tiene que el 100% presentan un riesgo alto como se muestra en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Macho Gaff-Cañón-Damita.

Nombre de la fuente	Caudal 2014 (L/s)	Nivel de Riesgo SERSA
Naciente N°1	NR	Alto
Naciente N°2	NR	Alto
Naciente N°4	NR	Alto
NR: valor no reportado		

4.2.2 Tanques de almacenamiento

Tanque de almacenamiento

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,871737 Latitud: 9,670267, con una altitud aproximada de 2608,87 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción está a nivel del suelo, en concreto, no se cuenta con el dato de volumen y almacena el agua proveniente de las tres nacientes. Su limpieza se realiza bimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque de almacenamiento se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 15/10/2014)

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

Tanque Reunión

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas -83.846765 Latitud: 9.630115, con una altitud aproximada de 2988,6389 msnm. Se trata de una estructura de construcción a nivel del terreno, en concreto, recibe el agua de todas las nacientes y funciona como el primer quiebra-gradiente ya que tiene placas en su interior, no se tiene el dato del volumen. Su limpieza se realiza bimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque de reunión se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Ficha de campo SERSA tanque de reunión.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 15/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque	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	

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.9 del tanque de almacenamiento y el tanque de reunión lo más crítico es que está ausente el sistema de cloración, sin embargo, en este caso como se trata de un tanque de reunión no es necesario ya que, de ahí pasa al tanque de almacenamiento donde se da la cloración. El otro punto crítico para los dos tanques es la presencia ganado en los alrededores, lo que es una posible fuente de contaminación.

Cuadro 4.9. Factores 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
1. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	0
2. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	2
3. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	0
4. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	0
5. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 2 tanques con que cuenta la ASADA para el almacenamiento del agua, se tiene que un 100 % presentan un riesgo bajo como se muestra en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Cañón-Macho Gaff-Damita.

Nombre del Tanque	Material de Construcción del Tanque	Volumen de Almacenamiento del Tanque (m3)	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque de Almacenamiento	Concreto	NR	Bajo
Tanque de Reunión	Concreto	NR	Bajo

Otro aspecto a resaltar, en la revisión del tanque de almacenamiento se observó que esta estructura hidráulica no posee un sistema de medición (macromedidor) en la tubería de salida del agua a la comunidad, con el fin de establecer análisis de lo que sale del tanque, con los datos de facturación y establecer pérdidas entre el tanque y la comunidad. A partir de la información de los metros cúbicos que se facturan cada mes se podría dar valores de lo que consume cada abonado y un valor de la dotación en litros/habitante – día y además tener una idea de las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses y en las redes de distribución.

4.2.3 Sistemas de desinfección

Cloración en el Tanque de Almacenamiento

La desinfección se ubica en el tanque de almacenamiento, se trata de un sistema construido por la ASADA, el tipo de cloración es mediante el uso de pastillas y una dosificación continua; sin embargo, han tenido problemas para la compra de pastillas y para el momento de la evaluación estaban utilizando pastillas para clorar piscinas. En el proceso de desinfección se desconoce el caudal del agua que ingresa al tanque de almacenamiento, la concentración de la solución de cloro aplicada y el caudal de la dosificación de la solución de cloro.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características como se muestra en el Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11. Ficha de campo SERSA sistema de cloración.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 15/10/2014)		
Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	SÍ	NO
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)		X
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)	X	
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)	X	
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual (crítica)		X
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	X	
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento? (crítica)		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	6
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 4.12 el sistema de cloración evaluado presenta un 67% de los puntos críticos, lo que implica que es necesario mejorar varios aspectos en el manejo del sistema.

Cuadro 4.12. 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. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)	1
2. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)	1
3. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	1
4. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	1

De la evaluación del riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo:

- Se carece de una bitácora de la dosificación del cloro
- El operario carece de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración
- Se carece de registros de la concentración de la solución de cloro aplicada y del caudal
- Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)
- No se dispone de información sobre la curva de demanda de cloro del agua que llega al tanque.

Como resultado de la evaluación del sistema de cloración presente en el tanque de almacenamiento, se concluye que el sistema utilizado para la desinfección del agua se encuentra en riesgo intermedio como se muestra en el Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13. Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Cañón-Macho Gaff-Damita.

Ubicación del sistema de cloración	Tipo de Cloración	Dosificación	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque de Almacenamiento	Erosión Pastilla	NR	Intermedio

NR: valor no reportado

4.2.4 Resumen de riesgos de cada uno de los componentes del acueducto

Según Cuadro 4.14, en este acueducto las estructuras que presentaron un mayor número de factores de riesgo fueron las captaciones tipo naciente. Los dos tanques empleados por el acueducto presentaron un riesgo bajo, sin embargo, se identificaron factores de riesgo en el sistema de desinfección que pueden comprometer la calidad del agua distribuida. Importante destacar que las estructuras de capta-

ción y la cloración se ubican al principio y al final del acueducto y estas presentan los mayores riesgos, por lo que se deben emprender acciones para la mejora de estas estructuras, con el fin de garantizar que el agua que le llega a los usuarios sea de buena calidad y debidamente clorada.

Cuadro 4.14. 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 N°1	Alto	5
Naciente N°2	Alto	5
Naciente N°4	Alto	5
Tanque de Almacenamiento	Bajo	2
Tanque de Reunión	Bajo	2
Sistema de cloración	Intermedio	4

4.2.5 Mapa de riesgos

A partir de la información recopilada en campo y la aplicación de los formularios de la herramienta SERSA en cada uno de los componentes del acueducto evaluados, en la Figura 4.1. se localizan los componentes del acueducto y se identifican los riesgos de acuerdo al color correspondiente, además se ubican las zonas de protección o retiro que se deben dejar libres en las fuentes naturales como quebradas y ríos. Las áreas de protección se establecieron de acuerdo a lo establecido en La Ley de Aguas N°276 (1942), con 200 m de radio en captaciones de nacientes permanentes y la Ley Forestal (1996), en el caso de los márgenes de ríos y quebradas, una franja de 15 m medidos horizontalmente a cada lado de la rivera en zonas rurales y 10 m en zonas urbanas.

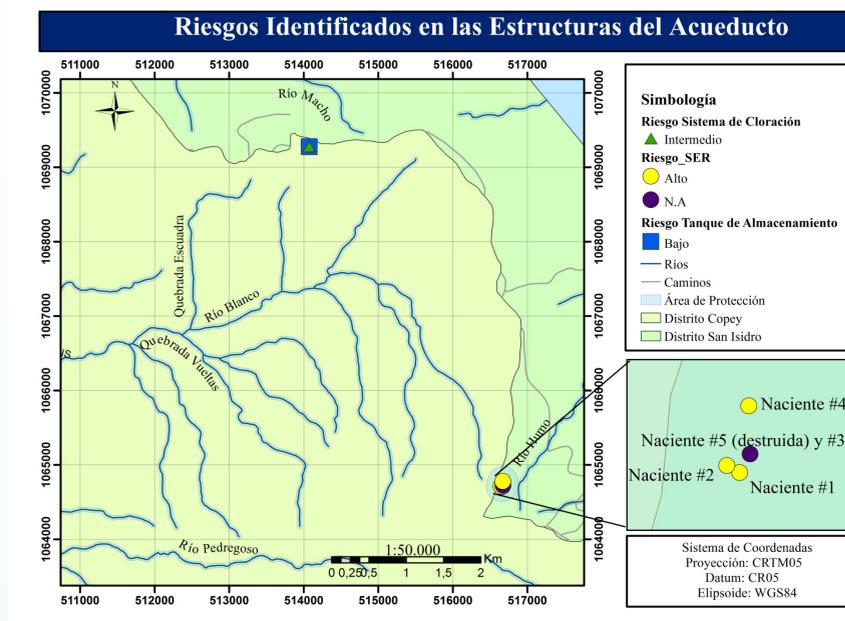


Figura 4.1. Mapa de riesgos identificados.

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

4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA

No fue posible aplicar la herramienta al administrador de la ASADA.

4.4 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.

Las 3 captaciones tipo naciente son el recurso hídrico con que cuenta la ASADA para brindar el abastecimiento de agua a las comunidades de Cañón, Damita y Macho Gaff. Según el Cuadro 4.6 el resultado obtenido fue que el 100% de las captaciones presentaron un riesgo alto.

De acuerdo a la información suministrada por la ASADA durante la visita de campo, se desconoce los caudales de las fuentes de abastecimiento, ya que no cuentan con un registro periódico de aforos, ya sea de los caudales captados o de los caudales de las fuentes, lo que corresponde a la oferta real de cada fuente. Estas mediciones son importantes para poder establecer si estas fuentes están en capacidad de atender la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población. En este aspecto la actividad de los aforos se debe incluir dentro de las labores que realizan los fontaneros cada vez que se visiten las captaciones, para las labores de limpieza de estas estructuras. Sería importante tener claro los protocolos y métodos de los aforos según sea el tipo de captación y realizar el aforo tanto de lo captado como de la oferta del agua de cada fuente y realizar los respectivos registros.

4.4.1 Factores de riesgo SERSA

4.4.1.1 Sistemas de captación

Tipo naciente

De acuerdo a la aplicación del instrumento SERSA, en el Cuadro 4.5 se presentan los factores de riesgo críticos con mayor incidencia presentados en las captaciones, 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 donde se inicia el acueducto:

- Instalación de mallas de protección de la captación de tal forma que se impida el ingreso libre de personas y/o animales a estas estructuras. Esta acción para todas las captaciones de este tipo
- Realizar obras para evitar que se presenten estancadas sobre o alrededor de la captación
- Realizar acciones para corregir grietas que presentan las paredes y las losas superiores de las captaciones.
- Garantizar que el cierre de las tapas de las captaciones sea seguro, que no se permita que la comunidad pueda destapar dichas estructuras.

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

4.4.1.2 Sistemas de almacenamiento

Como resultado de la evaluación de los 2 tanques con que cuenta la ASADA donde solo uno funciona como de almacenamiento del agua, se obtuvo el tanque de almacenamiento y tanque de reunión con

riesgo bajo, en el Cuadro 4.7 y el Cuadro 4.8, se observa la valoración de los factores de riesgo de estas dos estructuras, las cuales están construidas en concreto.

Se desconoce el volumen del tanque de almacenamiento y por lo tanto no es posible calcular si la ASADA dispone de suficiente volumen de almacenamiento para abastecer a la población.

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 de agua que ingresa a cada uno, esta información es importante para disponer de indicadores de funcionamiento de estas estructuras tales como:

- 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.
- Determinar tiempos de retención hidráulica – TRH- en el tanque de almacenamiento según los caudales de entrada y salida

En la revisión de los tanques no se observó 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 (m^3) que sale del tanque, para realizar balances con los datos de la facturación y establecer las pérdidas en tuberías.
- Determinar el gasto de agua de la comunidad vía facturación para establecer la variación de los consumos en litros por habitante por día; consumos según el tipo de abonado (residencial y empresarial).
- Valorar las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses y en las redes de distribución.

De la evaluación de los riesgos de la herramienta SERSA en el Cuadro 4.9 se presentan los factores críticos con mayor incidencia de los 2 tanques (reunión y de almacenamiento), 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 del tanque de almacenamiento, juega un papel muy importante en un acueducto, dado que regula el consumo y es la reserva de agua, además es el punto donde se realiza la desinfección del agua, para luego ser distribuida a la comunidad, por lo anterior es necesario tener una vigilancia, cuidado y control del siguiente factor 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

Si se desea conocer el volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual, tomando en cuenta una población de aproximadamente 1690 habitantes y una dotación de 190 L/ personas*día, para un porcentaje de cero pérdidas y un 20% de pérdidas en la red de distribución, se obtienen los valores mostrados en el Cuadro 4.15.

Cuadro 4.15. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual.

% de pérdidas	Volumen de regulación (m³)	Volumen contra incendios (m³)	Volumen de reserva (m³)	Volumen seleccionado (m³)
0	115,60	115,20	64,22	115,60
20	138,72	115,20	77,06	138,72

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 4.15, el acueducto requiere de un volumen de almacenamiento de 116 - 139 m³ para abastecer a la población actual, considerando un escenario de consumo de 190 L/personas*día, tanto para pérdidas de 0% como 20%.

4.4.1.3 Sistema de desinfección

Según el Cuadro 4.11, se muestra la evaluación del único sistema de desinfección que posee el acueducto en el tanque de almacenamiento de acuerdo a la aplicación de la herramienta SERSA, este sistema reportó un riesgo intermedio. 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, 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.

- 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 de cloro a ser aplicada.
- Según sea el equipo y sistema para la aplicación de la solución de cloro se debe tener conocimiento de la concentración de la solución aplicada.
- El personal operativo debe tener la capacitación requerida para la preparación, aplicación y dosificación de la solución de cloro, además se debe dotar del equipo de protección necesario.
- Para tener información sobre el desempeño de la desinfección se debe disponer de formatos/bitácora donde los operarios registren todas las labores que realizan en la preparación de la solución de cloro (cantidad de producto utilizado por día), además llevar registros de caudales tanto del agua a ser clorada como de la solución aplicada y su respectiva concentración, registro de los valores de cloro residual periódicamente en el tanque durante el día y noche. Ver Apéndice 3 donde se establece un formato para el registro de mediciones de cloro residual.

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

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, para disponer de indicadores de pérdidas por mes entre el agua que es captada y la facturada. También es posible con esta información obtener valores de los metros cúbicos facturados y obtener indicadores de consumo por abonado y por habitante por día.

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

5. Aguas Residuales Y Residuos Sólidos en la comunidad de Macho Gaff

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 y el manejo de los residuos sólidos.

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, limpieza de la vivienda.

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 del El Guarco, sin embargo, en la zona que atiende esta ASADA no existe recolección municipal, ni tampoco programas de recuperación de materiales (Municipalidad de El Guarco, 2016).

En el área de Macho Gaff 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 los 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.

También se encontró que las aguas grises son recolectadas por los sistemas destinados a la recolección de las aguas pluviales, las cuales a su vez van a ser vertidas en cuerpos de agua naturales. Esta situación descrita antes hace que estos cuerpos de agua se contaminen cada vez más por el aumento de la población, que incrementa la cantidad de aguas grises. Todo lo anterior se agrava aún más por la cultura del desperdicio de agua y poca conciencia sobre lo que pasa con el agua residual generada una vez que sale de los hogares.

La comunidad de Macho Gaff es relativamente pequeña pero concentrada en población, el manejo de aguas residuales aún no es un problema para la comunidad por la situación rural en la que aún se encuentra.

Es importante recalcar que se deben tomar medidas para un futuro crecimiento de la población donde este aumento generará cantidades mayores de aguas residuales contaminando fuentes superficiales y suelos, disminuyendo las posibles fuentes futuras de agua potable para la población, así como impactando negativamente a los ecosistemas que también necesitan del agua sin contaminar para sobrevivir.

En el caso de los residuos sólidos, según la encuesta de hogares del INEC, se muestra que gran cantidad de esta población quema sus residuos como fuente de energía, otra parte la entierran y los residuos complicados, como plásticos y otros materiales, desafortunadamente son lanzados a los ríos y zonas baldías.

5.1 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 riveras de ríos y

quebradas para evitar la evaporación, disminuir la contaminación e inundaciones alrededor de dichas fuentes de agua.

2. El tratamiento de las aguas grises puede hacerse con soluciones individuales en lugares más rurales donde hay mayor espacio para la instalación de sistemas de tratamiento, dichas soluciones podrían ser financiadas por los propios hogares, por ejemplo. En el caso de centros de población o lugares más urbanos como es el caso de Guatuso, 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.
3. 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 disminución del recurso hídrico. Debido a que la población está acostumbrada a contar con agua suficiente hasta para el desperdicio, las condiciones de sequía son cada vez más frecuentes y las fuentes podrían escasear por lo que se deben proteger para su posible uso futuro.
4. 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.
5. Implementar sistemas de recolección municipal, para evitar la contaminación por residuos sólidos.

6. 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=NRA&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
- Municipalidad de El Guarco. (2016). Municipalidad de El Guarco. Retrieved from <http://muniguarco.go.cr/index.php>
- 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.

7 APÉNDICES

7.1 Guía para la realización de aforos

Aforo Volumétrico

¿Qué es el aforo?

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

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

Materiales necesarios:



Recipiente de volumen conocido, adecuado para el caudal a medir



Cronómetro



Libreta y lápiz

Pasos a seguir en campo:

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

Pasos a seguir en la oficina:

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

Ejemplo:

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

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

7.2 Formato para el registro de los aforos

28

ASADA DE CAÑÓN-MACHO GAFF-DAMITA, SAN ISIDRO, EL GUARCO

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

8. Anexos

8.1 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 naciente 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							
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> </tr> <tr> <td>Pastillas (Erosión) ()</td> <td>Otro ()</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Dosificación: Continua ()</td> <td>Tiempos Programados ()</td> </tr> </table>	Gas Cloro ()	Electrólisis ()	Pastillas (Erosión) ()	Otro ()	Tipo de Dosificación: Continua ()	Tiempos Programados ()	Fotografía
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		

