



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE HIGUITO, 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 ASADAS DE LA PROVINCIA DE CARTAGO,
CON UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE HIGUITO, 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 ASADAs DE LA PROVINCIA DE CARTAGO, CON UN ENFOQUE DE
PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”**

DOCUMENTO N° A004

Noviembre, 2016

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

Evaluación de la gestión de la ASADA de Higuito, San Isidro, El Guarco, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico.

Número de páginas: 60

ISBN: 978-9968-641-52-4
978-9968-641-53-1 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A004

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

Para citar el documento:

Gaviria-Montoya L; Pino-Gómez M, Soto-Córdoba S. (2016). EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE HIGUITO, 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 al Sr. José Luis Fuente Solano y Sra. Katherine Hidalgo Cordero, funcionarios de la ASADA de Higuito de El Guarco.

Reseña de los autores

Lilliana Gaviria Montoya

Profesora –Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniera Química, Especialista en Ingeniería Sanitaria.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

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

Macario Pino Gómez

Profesor-Investigador del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniero Sanitario, Universidad de Antioquia, Colombia.

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

Evaluador de proyectos de Fundecooperación Costa Rica.

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

Silvia Soto Córdoba

Profesora-Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Dra. Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Chile.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

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

Índice

1. Introducción	9
2. Descripción General de la zona de estudio	10
3. Esquema del acueducto.....	11
4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Higuito.....	12
4.1 Metodología.....	12
4.2 Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto	13
4.2.1 Captaciones tipo superficial	13
4.2.2 Captaciones tipo Naciente	15
4.2.3 Tanques de almacenamiento	24
4.2.4 Sistemas de desinfección.....	32
4.2.5 Resumen de riesgos de cada uno de los componentes del acueducto	37
4.2.6 Mapa de riesgos	38
4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA.....	39
4.4 Propuestas de Mejoras.....	40
4.4.1 Factores de riesgo SERSA.....	40
5. Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad de Higuito.....	44
5.1 Recomendaciones	49
6. Referencias.....	50
7. Apéndices	51
7.1 Resultado de caracterización de la ASADA.....	51
7.2 Guía para la realización de aforos	53
7.3 Formato para el registro de los aforos	54
7.4 Formato para el registro de mediciones de cloro residual	55
8. Anexos	56
8.1 Fichas de campo SERSA.....	56

Índice de cuadros

Cuadro 4.1.	Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.....	12
Cuadro 4.2.	Ficha de campo SERSA captación superficial Los Acuña.....	14
Cuadro 4.3.	Ficha de campo SERSA captación superficial Grande del Gringo.....	15
Cuadro 4.4.	Ficha de campo SERSA nacimiento Palo Blanco.	16
Cuadro 4.5.	Ficha de campo SERSA nacimiento Palo Blanco Oeste.....	17
Cuadro 4.6.	Ficha de campo SERSA nacimiento Pequeña del Gringo.	18
Cuadro 4.7.	Ficha de campo SERSA nacimiento Los Monge.	19
Cuadro 4.8.	Ficha de campo SERSA nacimiento Santa Cecilia.....	20
Cuadro 4.9.	Ficha de campo SERSA nacimiento Los Piris.	21
Cuadro 4.10.	Ficha de campo SERSA nacimiento Los Fuentes.	22
Cuadro 4.11.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo superficiales.	23
Cuadro 4.12.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo nacimiento.....	23
Cuadro 4.13.	Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Higuito.	24
Cuadro 4.14.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Palo Blanco.	25
Cuadro 4.15.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Santa Cecilia.....	26
Cuadro 4.16.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Los Fuentes (concreto).	27
Cuadro 4.17.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Los Fuentes (plástico).....	28
Cuadro 4.18.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento de la Oficina.	29
Cuadro 4.19.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento El Chiflón...	30
Cuadro 4.20.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.	31
Cuadro 4.21.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Higuito.	31
Cuadro 4.22.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque El Gringo.....	32

Cuadro 4.23.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Palo Blanco.	33
Cuadro 4.24.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Santa Cecilia.....	34
Cuadro 4.25.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Los Fuentes N°01 (concreto).	35
Cuadro 4.26.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para los sistemas de cloración.	36
Cuadro 4.27.	Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA Higuito.....	36
Cuadro 4.28.	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria SERSA.	37
Cuadro 4.29.	Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Higuito.	42

Índice de figuras

Figura 2.1.	Mapa de ubicación, ASADA Higuito.	10
Figura 3.1.	Esquema del acueducto de Higuito.	11
Figura 4.1.	Mapa de riesgos identificados.	38
Figura 4.2.	Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA con respecto al valor óptimo.	39
Figura 5.1.	Uso del agua para riego de parcelas agrícolas.....	45
Figura 5.2.	Recolectores de agua pluvial donde son vertidas aguas residuales y acumulación de residuos sólidos que son descargados por la misma comunidad.	46
Figura 5.3.	Contaminación del cauce natural con aguas grises provenientes de hogares y comercios.	46
Figura 5.4.	Poca protección del cauce y contaminación.	47
Figura 5.5.	Ninguna protección de la ribera del río y alta contaminación del cauce.....	48
Figura 5.6.	Programa de recolección de residuos sólidos Municipalidad de El Guarco.	48

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 Higuito, 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 de la zona de estudio

El acueducto de Higuito se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón El Guarco (N°8), distrito de San Isidro (N°2), como se muestra en la Figura 4.1. **Abastece a 647 abonados con una población de alrededor 2847 habitantes**, determinados a partir de el quintil promedio de habitantes por hogar para el distrito (Solano & Rojas, 2013). Dichos datos que son cambiantes durante el tiempo ya que, depende del crecimiento de la población del lugar y la demanda del agua potable.

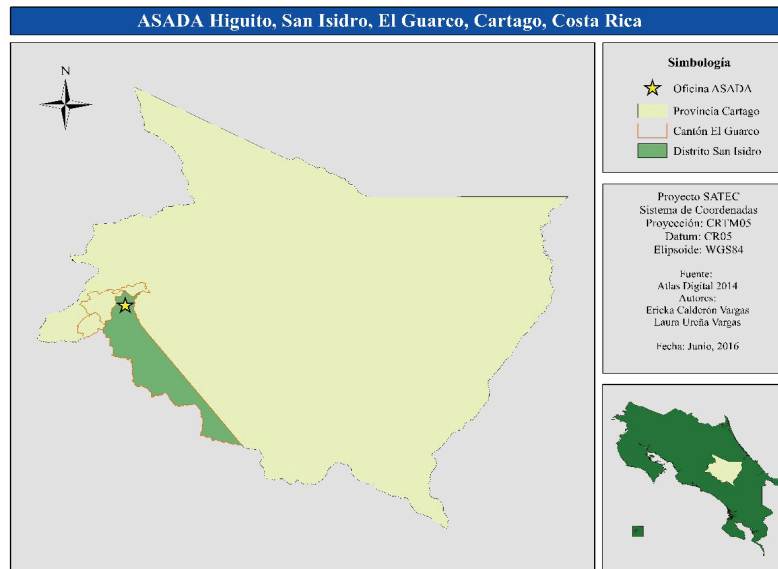


Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA Higuito.

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

3. Esquema del acueducto

Las fuentes de abastecimiento empleadas por este acueducto son de aguas superficiales y de nacientes, las cuales se cloran sin tratamiento al llegar a sus respectivos tanques de almacenamiento, para su desinfección se utiliza la técnica de “pastillas”. El acueducto está compuesto por dos captaciones tipo superficial, siete captaciones tipo nacientes, siete tanques de almacenamiento, líneas de conducción, redes de distribución y cuatro sistemas de desinfección; en la Figura 3.1 se muestra un esquema de la distribución general de los componentes mencionados. Por otra parte, la ASADA de Higuito cuenta con micro medidores para el 100% de sus abonados, con esto se logra establecer los consumos de cada usuario y realizar la respectiva facturación del servicio.

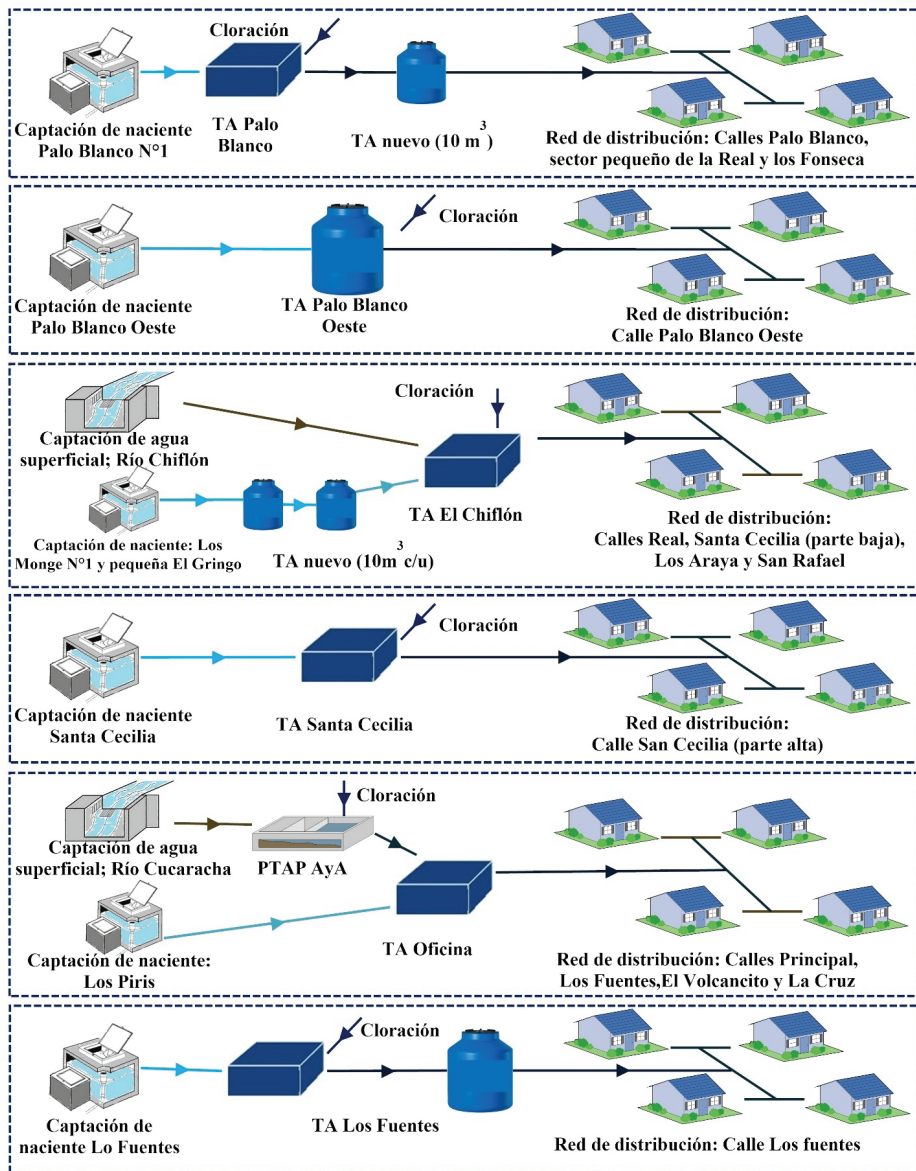


Figura 3.1. Esquema del acueducto de Higuito.

4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Higuito

12

4.1 Metodología



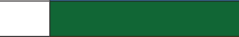


La gestión del agua potable de cada ASADA se determinó aplicando diversos instrumentos nacionales y el criterio de experto. Para tal fin, se realizaron reuniones y visitas de campo con el personal administrativo y operativo de la ASADA de Higuito.

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.

La evaluación se realizó utilizando 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 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 al administrador(a) 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.

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

4.2.1 Captaciones tipo superficial

Los Acuña (Río Cucaracha)

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,966423, Latitud: 9,8151, tiene una altitud aproximada de 1576,32 msnm. La captación se realiza mediante una toma de fondo, la cual posee una rejilla metálica, construida sin un diseño previo, en época de lluvia se presenta rebalse y en época seca toda el agua que llega a la rejilla es captada, no permitiendo mantener el caudal ecológico de la fuente después de la captación. La limpieza de la rejilla se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

La ASADA no posee ni realiza aforos de esta fuente y tampoco tiene información acerca del caudal captado. Es importante anotar que esta fuente es utilizada por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados - ICAA, la cual es conducida hasta una planta de potabilización convencional localizada a un kilómetro aproximadamente aguas abajo de la citada toma, según información de los operadores de la planta el caudal promedio que se potabiliza es del orden de 32,0L/s. Por convenio entre el ICAA y la ASADA de Higuito, el ICAA le cede de esta planta **un caudal aproximado de 8,0 L/s** para que la ASADA lo distribuya en un sector de su comunidad.

Durante la visita de campo a la captación Los Acuña 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 captación superficial Los Acuña.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	SÍ	NO
1. ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?	X	
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?		X
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	X	
4. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)	X	
5. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)		X
6. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	X	
7. ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?		X
8. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas y otros) obstruyendo las rejillas de la toma?	X	
9. ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma?	X	
10. ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?		X
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	6	3
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Grande del Gringo (Río Chiflón)

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,962201, Latitud: 9,812944, con una altitud aproximada de 1577,4 msnm. La captación es mediante una toma de fondo la cual posee una rejilla metálica, la cual fue construida sin un diseño previo, en época de lluvia se presenta rebalse y en época seca toda el agua que llega a la rejilla es captada, no permitiendo mantener el caudal ecológico de la fuente después de la captación. La limpieza es realizada por el fontanero semanalmente o con mayor frecuencia si se considera necesario.

La ASADA no posee ni realiza aforos de esta fuente y tampoco tiene información acerca del caudal captado. Esta fuente es llevada por gravedad al tanque El Gringo, mediante una tubería de PVC con un diámetro de 4 pulgadas, donde se mezcla con otras dos fuentes que son captadas mediante el sistema tipo naciente.

Durante la visita de campo a la captación Grande del Gringo 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 captación superficial Grande del Gringo.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	SÍ	NO
1. ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?	X	
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?		X
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	X	
4. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)		X
5. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)		X
6. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	X	
7. ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?		X
8. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas y otros) obstruyendo las rejillas de la toma?	X	
9. ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma?		X
10. ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?		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	


4.2.2 Captaciones tipo Naciente

Palo Blanco

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,965731, Latitud: 9,820751, con una altitud aproximada de 1544,47 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 la naciente presentó un **caudal promedio de 3,31 L/s**. El agua captada se almacena en el tanque Palo Blanco.

Durante la visita de campo a la naciente Palo Blanco 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 Palo Blanco.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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")	6	4
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Palo Blanco Oeste

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,965731, Latitud: 9,820751, con una altitud aproximada de 1544,47 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Para esta naciente no se realizan aforos, por lo anterior no se cuenta con los registros de aforos. El agua captada se dirige al tanque de almacenamiento plástico Palo Blanco Oeste.

Durante la visita de campo a la naciente Palo Blanco Oeste se completó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar la foto de la captación como se muestra en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Ficha de campo SERSA naciente Palo Blanco Oeste.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)

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")	6	4
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Pequeña del Gringo

La captación se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,962796 Latitud: 9,815212, con una altitud aproximada de 1534,32 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 la naciente presentó un **caudal promedio de 0,12 L/s**. El agua de esta naciente se almacena en el tanque El Gringo.

Durante la visita de campo a la naciente Pequeña del Gringo se completó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Ficha de campo SERSA naciente Pequeña del Gringo.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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	

Los Monge

La captación se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,963083 Latitud: 9,814754, con una altitud aproximada de 1534,32 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida mediante una cámara de concreto su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 la naciente presentó un **caudal promedio de 0,82 L/s**. El agua captada se almacena en el tanque El Gringo, donde se mezcla con el agua del río El Chiflón.

Durante la visita de campo a la naciente Los Monge se le 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 4.7.

Cuadro 4.7. Ficha de campo SERSA naciente Los Monge.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)

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")	4	6
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Santa Cecilia

La captación se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,959876 Latitud: 9,815356, con una altitud aproximada de 1537,14 msnm. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 la naciente presentó un **caudal promedio de 0,15 L/s**. El agua de esta naciente se almacena en el tanque que lleva el mismo nombre.

Durante la visita de campo a la naciente Santa Cecilia 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 4.8.

Cuadro 4.8. Ficha de campo SERSA naciente Santa Cecilia.

Fotografías: No se cuenta con registro fotográfico		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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”)	4	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedia	

Los Piris

La captación se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,960204 Latitud: 9,81835, con una altitud aproximada de 1496,79 msnm. Se trata una estructura enterrada y debidamente protegida mediante una cámara de concreto su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 la naciente presentó un **caudal promedio de 0,88 L/s**. El agua captada es almacenada en el tanque principal ubicado en la oficina de la ASADA, donde se mezcla con el agua proveniente de la planta potabilizadora del ICAA (Los Acuña).

Durante la visita de campo a la naciente Los Piris 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 4.9.

Cuadro 4.9. Ficha de campo SERSA naciente Los Piris.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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	

Los Fuentes

La captación se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,954306 Latitud: 9,816541, con una altitud aproximada de 1496,79 msnm. Se trata una estructura enterrada y protegida mediante una cámara de concreto su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, según los registros de aforos brindados, para el año 2014 la naciente presentó un **caudal promedio de 0,19 L/s**. El agua captada se almacena en los tanques Los Fuentes de concreto y plástico.

Durante la visita de campo a la naciente Los Fuentes se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Ficha de campo SERSA naciente Los Fuentes.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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 los factores de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.11 de **las 2 captaciones tipo superficiales**, no se poseen cercas o mallas de protección que impidan el acceso libre a personas y animales a los sitios donde se capta el agua para el acueducto. Importante resaltar que aguas arriba de la captación superficial Los Acuña se presenta actividad agrícola y ganadería, lo cual puede estar afectando la calidad del agua a ser captada para el acueducto.

Cuadro 4.11. Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo superficiales.

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	Número de captaciones con factor positivo
1. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	2
2. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)	1
3. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)	0
4. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	2

En el caso de **las 7 captaciones tipo naciente** se aprecia en el Cuadro 4.12 que el 100% de estas estructuras ninguna tiene malla de protección que impida el acceso de personas y animales, en el 86% se carece de canales que impidan el ingreso de aguas de escorrentía al interior de la captación, el 71% de estas estructuras se ubican en zonas donde existen actividades agrícolas a sus alrededores. Todos estos riesgos pueden estar afectando desde la captación la calidad del agua.

Cuadro 4.12. 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)	7
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)	6
4. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	1
5. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	5

Como resultado de la evaluación de las 2 captaciones tipo superficial y 7 tipo naciente, el acueducto tiene un 67% de captaciones que presentan un riesgo alto, mientras que el 33% presentan un riesgo intermedio como se muestra en el Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Higuito.

Nombre de la fuente	Caudal Promedio Captado año 2014 (L/s)	Nivel de Riesgo SERSA
Naciente Palo Blanco	3,31	Alto
Naciente Palo Blanco Oeste	NR	Alto
Naciente Los Monge	0,82	Intermedio
Naciente Pequeña del Gringo	0,12	Alto
Naciente Santa Cecilia	0,15	Intermedio
Naciente Los Fuentes	0,19	Alto
Naciente Los Piris	0,88	Alto
Captación Los Acuña (Río Cucaracha)	8,00	Alto
Captación Grande del Gringo (Río Chiflón)	NR	Intermedio

Según información suministrada por la ASADA, el acueducto de Higuito posee nueve fuentes de agua para abastecer a la comunidad (7 tipo naciente y 2 tipo superficial), se tienen registros de aforos de los caudales captados a las fuentes tipo nacientes de: Palo Blanco, Pequeña del Gringo, Los Monge, Santa Cecilia, Piris y Los Fuentes, donde la sumatoria de los caudales promedios de estas 6 fuentes para el 2014 fue de 5,47 L/s, de la naciente Palo Blanco Oeste no se tienen reportes de lo captado, dado que esta fuente entró en funcionamiento en el año 2015. De las fuentes tipo superficial se tiene registro de la fuente la Cucaracha, cuyo valor de aforo es de 8,0 L/s, es importante anotar que este caudal proveniente de la planta de tratamiento de agua potable administrada por el ICAA. De la fuente Río Chiflón no se tiene registros de lo captado. En resumen, el caudal captado y con registros alcanza un valor promedio de 13,47 L/s para el año 2014. Los aforos se están realizando solo de los caudales captados en cada fuente, es decir, no se dispone de registros de la oferta real de cada fuente, con el fin, de poder establecer si estas fuentes están en capacidad de atender la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población. Las fuentes donde se realiza el aforo se realiza con una frecuencia mensual. La medición se realiza mediante el método volumétrico con un mínimo de 3 repeticiones y un máximo de 5 repeticiones en cada aforo actividad que realizan los fontaneros. Los datos son registrados por la ASADA. Importante anotar que en la captación de la fuente Río Chiflón no se realiza aforos, por lo que no se tiene valores del caudal captado de esta fuente, el cual es un flujo adicional que ingresa a las redes de distribución, es decir el caudal utilizado por la ASADA para atender la demanda es mayor al valor promedio de 13,47 L/s aforado en las otras siete captaciones.

4.2.3 Tanques de almacenamiento

Palo Blanco

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,965293 Latitud: 9,820945, con una altitud aproximada de 1544,47 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto, tiene un **volumen de 27 m³** y se colocó uno adicional plástico de un **volumen de 10 m³** que almacena el agua proveniente de las nacientes de Palo Blanco y Palo Blanco Oeste. No se posee ninguna protección que impida el acceso de personas y animales. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, una de sus paredes del tanque de concreto presenta un gran deterioro debido a que el sistema de cloración se ubica en la parte superior del tanque, se observó presencia de fugas de agua al parecer en el fondo del tanque. No se dispone de un sistema de aforo, para establecer el caudal que ingresa al tanque por día, con el fin de poder valorar si existen pérdidas de agua entre la captación y el tanque. Además, se podría tener una base del tiempo de retención hidráulica TRH del agua en el tanque dado que es el sitio donde se realiza la cloración del agua que ingresa al tanque. Tampoco se dispone de un macromedidor

que permita establecer el volumen de agua que se entrega o sale a la red de conducción. El tanque cuenta con una boya para regular el flujo.

Durante la visita de campo al tanque Palo Blanco se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Palo Blanco.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)

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

Santa Cecilia

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,959876 Latitud: 9,815356, con una altitud aproximada de 1537,14 msnm. Se trata de una estructura de construcción a nivel del terreno, en concreto, posee un volumen de 7,70 m³ del cual la ASADA utiliza **aproximadamente la mitad (4 m³)** y almacena el agua proveniente de la naciente Santa Cecilia. No se posee de ninguna protección que impida el acceso de personas y animales. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. No se dispone de un sistema de aforo, para establecer el caudal que ingresa al tanque por día, con el fin de establecer pérdidas de agua entre la

captación y el tanque. Además, se podría tener una base del tiempo de retención hidráulica TRH del agua en el tanque dado que es el sitio donde realiza la cloración del agua que ingresa al tanque. Tampoco se dispone de un macromedidor que permita establecer el volumen de agua que se entrega o sale a la red de conducción, sin embargo, posee una boya para controlar el flujo y llenado del tanque.

Durante la visita de campo al tanque Santa Cecilia se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.15.

Cuadro 4.15. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Santa Cecilia.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?	X	
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)		X
TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Los Fuentes N° 01 (concreto)

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,954558 Latitud: 9,821093, con una altitud aproximada de 1512,46 msnm. Se trata de una estructura de construcción a nivel del terreno, en concreto, tiene un **volumen de 9 m³** y almacena el agua proveniente de la naciente Los Fuentes. No se posee de ninguna protección que impida el acceso de personas y animales. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. No se dispone

de un sistema de aforo, para establecer el caudal que ingresa al tanque por día, con el fin de establecer las pérdidas de agua entre la captación y el tanque; sin embargo, posee de una boya para controlar el flujo de agua en el tanque. Además, se podría tener una base del tiempo de retención hidráulica TRH del agua en el tanque dado que es el sitio donde realiza la cloración del agua que ingresa al tanque. Tampoco se dispone de un macromedidor que permita establecer el volumen de agua que se entrega o sale a la red de conducción.

Durante la visita de campo al tanque Los Fuentes (concreto) se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.16.

Cuadro 4.16. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Los Fuentes (concreto).

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)

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


Los Fuentes N° 02 (plástico)

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,954551 Latitud: 9,822066, con una altitud aproximada de 1492,03 msnm. Se trata de una estructura portátil construido a nivel del terreno, de plástico, tiene un **volumen de 5 m³** y almacena el agua proveniente del tanque Los Fuentes (concreto). Posee

mallas de protección que impide el acceso de personas y animales. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. No se dispone de un sistema de aforo, para establecer el caudal que ingresa al tanque por día, para establecer las pérdidas de agua entre la captación y el tanque. Tampoco se dispone de un macromedidor que permita establecer el volumen de agua que se entrega o sale a la red de conducción. El agua viene clorada del tanque Los Fuentes N° 01 y también cuenta con una boya para regular el flujo.

En la visita de campo al tanque Los Fuentes (plástico), se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.17.

Cuadro 4.17. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Los Fuentes (plástico).

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)		X
TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	0	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Nulo	

Oficina

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,9597 Latitud: 9,8208, con una altitud aproximada de 1471,11 msnm. Se trata de una estructura de construcción a nivel del terreno, en concreto, tiene un **volumen de 55 m³** y almacena el agua proveniente de la captación Los Acuña que pasa primero por la planta de tratamiento del ICAA (clorada) y agua de la naciente Piris sin cloración. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. No se dispone de un sistema de aforo, para establecer el caudal que ingresa al tanque por día, para establecer las pérdidas de agua entre la captación los Piris y el tanque. Con respecto al caudal que le cede el ICAA es de aproximadamente 4000 m³ mensuales para abastecer a 268 abonados. Sin embargo, no se dispone de un macromedidor que permita establecer el volumen de agua que se entrega o sale a la red de conducción. El agua de la planta del ICAA viene clorada.

Durante la visita de campo al tanque de la Oficina se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.18.

Cuadro 4.18. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento de la Oficina.

Fotografías		
No se cuenta con registro fotográfico		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	X	
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	6
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

El Gringo

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,9627 Latitud: 9,8177, con una altitud aproximada de 1490,76 msnm. Se trata de una estructura de construcción a nivel del terreno, en concreto, tiene un **volumen de 26 m³** y almacena el agua proveniente de las nacientes Los Monge y Pequeña del Gringo, además recibe aguas de la captación superficial Grande del Gringo (Río Chiflón), dándose mezcla aguas de naciente con aguas superficiales en el tanque sin ningún tratamiento previo. No se posee de ninguna protección que impida el acceso de personas y animales. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. No se dispone de un sistema de aforo, para establecer el caudal que ingresa al tanque por día, con el fin de

establecer las pérdidas de agua entre la captación y el tanque. Además, se podría tener una base del tiempo de retención hidráulica TRH del agua en el tanque dado que es el sitio donde realiza la cloración del agua que ingresa al tanque. Tampoco se dispone de un macromedidor que permita establecer el volumen de agua que se entrega o sale a la red de conducción.

Durante la visita de campo al tanque de El Gringo se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.19.

Cuadro 4.19. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento El Chiflón.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	X	
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?	X	
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	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 los tanques de almacenamiento se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.20. De los 6 tanques analizadas el 33% de estas estructuras poseen: Paredes agrietadas en tanques de concreto, se carece de respiraderos o tubería de rebalse con rejillas de protección y existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial).

Cuadro 4.20 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. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	3
2. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	3
3. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	2
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 6 tanques con que cuenta la ASADA para el almacenamiento del agua, se tiene que un 66% presentan un riesgo intermedio, mientras que 17% se ubican en riesgo bajo y el restante 17% está en riesgo nulo como se muestra en el Cuadro 4.21.

Cuadro 4.21 Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Higuito.

Nombre del Tanque	Material de construcción del Tanque	Volumen del Tanque (m ³)	Nivel de Riesgo SERSA
Palo Blanco	Concreto	27+10 (nuevo)	Intermedio
Santa Cecilia	Concreto	4	Intermedio
Los Fuentes 1	Concreto	9	Bajo
Los Fuentes 2	Plástico	5	Nulo
Oficina	Concreto	55	Intermedio
El Gringo	Concreto	26	Intermedio

Los 6 tanques de almacenamiento (5 de concreto y 1 de PVC) que fueron evaluados en las dos visitas a la ASADA se tiene una **capacidad de almacenamiento de 126 m³**, sin embargo, después de la visita se colocaron en el sector de Los Monge dos tanques de 10 m³ cada uno, en Palo Blanco Oeste uno de 22 m³ y en Palo Blanco uno extra de 10 m³; por lo tanto, se cuenta con un **total de almacenamiento de 178 m³** para atender la demanda de la población actual. Según la revisión de las fuentes que llegan a cada tanque se tiene lo siguiente: El tanque “El Gringo” recibe aguas de fuentes tipo nacientes (Los Monge y Pequeño Gringo) y superficial (Grande del Gringo – Río Chiflón), esta situación genera aguas con turbiedad en épocas de lluvias por encima de la norma, además se están clorando estas aguas con presencia de sólidos. Otro aspecto a resaltar, al tanque de la oficina le llegan dos fuentes, una proveniente de la planta potabilizadora del ICAA (con aguas ya cloradas) y una segunda fuente proveniente de la naciente los Piris con aguas no cloradas. En la revisión de los tanques se observó que estas estructuras hidráulicas poseen mecanismos para el cierre del ingreso del agua cuando el tanque llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse). Ninguna estructura de almacenamiento posee un sistema de medición de entrada ni salida (macromedidor) en la salida del agua a la comunidad, con el fin de realizar análisis de lo que sale del tanque con respecto a los datos de facturación y establecer las pérdidas en tuberías de conducción y distribución. También se podría dar valores de lo que consume la comunidad (dotación L/hab. día) y tener una idea de las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses.


4.2.4 Sistemas de desinfección

Cloración en el Tanque El Gringo

Se trata de un sistema construido por la ASADA, con tubos de PVC, imitando la tecnología llamada “sistemas de pastilla”, colocado sobre el tanque de almacenamiento, no se posee de caseta de protección, **emplean aproximadamente 5 pastillas cada 8 días** y emplean pastillas de ácido tricloroisocianúrico (ACL® 90) para la cloración. El ingreso del agua al tanque posee un control de cierre tipo boya, para que no se pierda agua. La aplicación de cloro se realiza de forma continua dado que no se posee control de cierre de la aplicación de la solución de cloro cuando el tanque alcance su volumen máximo. No se realiza el aforo del agua cruda que entra al tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución de cloro ni del caudal aplicado, por lo anterior esta actividad se realiza a prueba y error.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 4.22

Cuadro 4.22. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque El Gringo.


Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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”)	6	4
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Tanque Palo Blanco

Se trata de un sistema construido por la ASADA, hecho con tubo de PVC, donde se emplean pastillas de ácido tricloroisocianúrico (ACL® 90) para la cloración, **en una cantidad de 5 pastillas cada 8 días** aproximadamente. El ingreso del agua al del tanque posee un control de cierre tipo boya, para que no se pierda agua clorada. La aplicación de cloro se realiza de forma continua dado que no se posee control de cierre de la aplicación de la solución de cloro cuando el tanque alcance su volumen máximo. El sistema de cloración no tiene tapa y por tanto se presenta corrosión dentro de la estructura metálica que lo protege. No se realiza aforo del agua cruda que entra al tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución ni del caudal aplicado de la solución de cloro, por lo anterior esta actividad se realiza a prueba y error.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características como se muestra en el Cuadro 4.23.

Cuadro 4.23. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Palo Blanco.


Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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")	6	4
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Cloración en el Tanque Santa Cecilia

Se trata de un sistema construido por la ASADA, con un tubo de PVC, sin tapa y colocado dentro de un balde, que utiliza pastillas de ácido tricloroisocianúrico (ACL® 90), para la cloración, **se emplea una pastilla cada 8 días** aproximadamente. El ingreso del agua al tanque cuenta con un control de cierre tipo boya, para que no se pierda agua clorada. La aplicación de cloro se realiza de forma continua dado que no se posee control de cierre de la aplicación de la solución de cloro cuando el tanque alcance su volumen máximo. No se realiza aforo del agua cruda que entra al tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución ni del caudal aplicado de la solución de cloro, por lo anterior esta actividad se realiza a prueba y error.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características como se muestra en el Cuadro 4.24.

Cuadro 4.24. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Santa Cecilia.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)		
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")	6	4
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Cloración en el Tanque Los Fuentes N° 01

Se trata de un sistema construido por la ASADA, colocado en uno de los bordes del tanque de almacenamiento, se trata de un tubo de PVC cortado, sin tapa, donde se colocan pastillas de ácido tricloroisocianúrico (ACL® 90), **se emplean 1 pastilla cada 15 días** aproximadamente. El ingreso del agua al tanque posee de un control de cierre tipo boya, para que no se pierda agua ya clorada. La aplicación de cloro se realiza de forma continua dado que no se posee control de cierre de la aplicación de la solución de cloro cuando el tanque alcance su volumen máximo. No se tiene el aforo del caudal del agua que entra al tanque, no se tiene conocimiento de la concentración de la solución ni del caudal aplicado de la solución de cloro, por lo anterior esta actividad se realiza a prueba y error.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características como se muestra en el Cuadro 4.25.

Cuadro 4.25. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque Los Fuentes N°01(concreto).

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 12/06/2014 y 13/08/2014)

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")	6	4
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

De la evaluación de los factores riesgo SERSA de cada sistema de cloración se analizaron los puntos críticos los cuales que se destacan en el Cuadro 4.26, de los 4 sistemas de cloración evaluados y que están en funcionamiento en el acueducto se puede concluir que todos los sistemas son críticos en la mayoría de los factores evaluados.

Cuadro 4.26. Factores 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)	4
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)	4
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)	4
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)	4
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual (crítica)	0
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	4
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento? (crítica)	0
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	4
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 4 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 4.21. El agua que llega al tanque de la oficina viene ya clorada mediante el sistema de gas cloro de la planta operada por el ICAA y el agua que llega al tanque Los Fuentes No 2 viene clorada del tanque Los Fuentes No 1.

Cuadro 4.27. Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA Higuito.

Ubicación del sistema de cloración	Tipo de Cloración	Dosificación	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque El Gringo	Erosión Pastilla	NR	Alto
Tanque Palo Blanco N°1	Erosión Pastilla	NR	Alto
Tanque Santa Cecilia	Erosión Pastilla	NR	Alto
Los Fuentes (concreto)	Erosión Pastilla	NR	Alto

El acueducto de Higuito administrado y operado por la ASADA posee cuatro sistemas de desinfección mediante la tecnología denominada “cloración con pastillas”, de la evaluación realizada se puede decir

que estos sistemas fueron construidos por el personal operativo de la ASADA, además no se tienen protocolos tales como:

- Para el manejo adecuado que se debe tener con el reactivo, en la preparación de la solución y aplicación de la misma al agua cruda.
- Otro control que no se realiza es lo referente a las variaciones de caudales del agua que ingresa a los tanques durante el día.
- La aplicación de la solución de cloro se realiza directamente en el tanque de almacenamiento sin tener la información si el volumen del agua en el tanque cumple con el tiempo de contacto (cloro-agua).
- En algunos tanques se presentan pérdidas de agua y cloro debido a que los tanques y la cloración no poseen dispositivos de cierre cuando el tanque llega a su capacidad máxima.
- No se tienen registros de aforos de los caudales que ingresan a los tanques.
- No se dispone de registros de la información de la concentración de la solución de cloro aplicado.
- No se poseen registros de la información acerca de la dosificación (caudal) de la solución de cloro aplicada tomando como base el caudal de agua que ingresa a los tanques.
- No se dispone de información sobre la curva de demanda de cloro del agua que llega al tanque.

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

Cuadro 4.28. Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria SERSA.

Estructura	Riesgo SERSA identificado	Total de factores de riesgo
Naciente Palo Blanco 1	Alto	6
Naciente Palo Blanco Oeste	Alto	6
Naciente Los Monge	Intermedio	4
Naciente Pequeña del Gringo	Alto	5
Naciente Santa Cecilia	Intermedio	4
Naciente Los Fuentes	Alto	5
Naciente Los Piris	Alto	5
Captación Los Acuña (Río Cucaracha)	Alto	6
Captación Grande del Gringo (Río Chiflón)	Intermedio	4
Tanque Palo Blanco	Intermedio	4
Tanque Santa Cecilia	Bajo	2
Tanque Los Fuentes N°1 (concreto)	Intermedio	3
Tanque Los Fuentes (plástico)	Nulo	0
Tanque Oficina	Intermedio	4
Tanque el Gringo	Intermedio	4

Sistema de cloración en tanque El Gringo	Alto	6
Sistema de cloración en tanque Palo Blanco N°1	Alto	6
Sistema de cloración en tanque Santa Cecilia	Alto	6
Sistema de cloración en Los Fuentes (concreto)	Alto	6

Según Cuadro 4.28, en este acueducto las estructuras que presentaron un mayor número de factores de riesgo fueron las captaciones (tipo naciente y superficial) y los sistemas de cloración donde se obtuvo un resultado de todos los sistemas de desinfección poseen un riesgo alto. Importante destacar que estas dos componentes se ubican al principio de un acueducto y al final. Por lo que se deben emprender acciones a 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.

4.2.6 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.

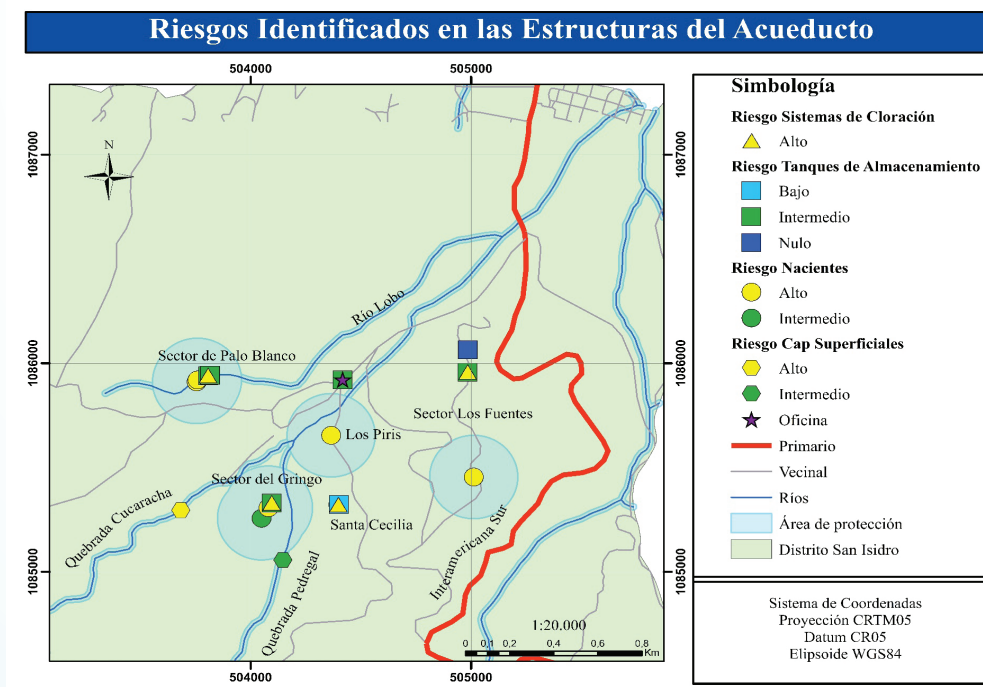


Figura 4.1. Mapa de riesgos identificados.

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

4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA

De acuerdo a la herramienta de evaluación de ASADAs, queda clasificada como ASADA B (En Desarrollo) al obtener una calificación de 78,2 como se muestra en el Apéndice 1. En la Figura 4.2 se observa un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las unidades de gestión de la herramienta.

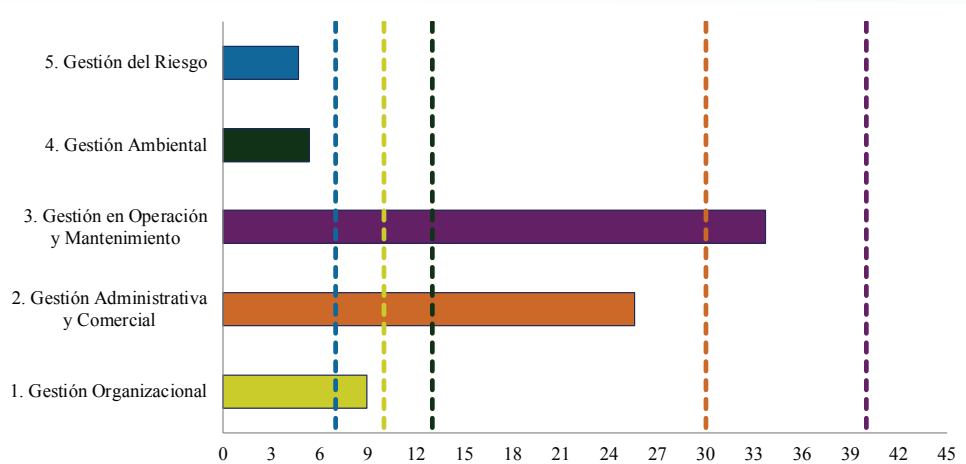


Figura 4.2. Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA con respecto al valor óptimo.

A partir de la Figura 4.2 se observa que la Gestión Organizacional es la que presenta la mejor calificación con un 89% teniendo como única falla que no todos los abonados están constituidos como socios.

Para la parte de la Gestión Administrativa y Comercial con un 85% respecto al valor óptimo establecido; siendo las siguientes actividades las que permitirían obtener un mejor desempeño:

- Contar con un recaudador electrónico.
- Tener un plan de inversión y mejorar la capacidad de liquidez para el financiamiento de inversiones.
- Incorporar un macromedidor y conocer el porcentaje de agua no contabilizada.
- Erradicar la morosidad.

Con respecto al tercer apartado donde se evalúa la Gestión en Operación y Mantenimiento se alcanza un 84% donde el punto más crítico es que los terrenos donde se encuentran las fuentes no pertenecen a la ASADA además que el trámite de las concesiones de las fuentes están en proceso de inscripción ante el MINAE y el agua no es 100% potable en toda la red.

En cuanto a la gestión de riesgo y gestión ambiental se reportó un 67% y 41%, 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 la participación y elaboración de programas como el de Sello de Calidad del Agua del ICAA y Planes de Seguridad del Agua, además de la delimitación de las zonas de protección y establecimiento de planes de emergencia.

4.4 Propuestas de Mejoras

4.4.1 Factores de riesgo SERSA

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

Según Cuadro 4.13 las 2 captaciones tipo superficial y las 7 captaciones tipo naciente es la materia prima del recurso hídrico con que donde la ASADA, para ser utilizadas en el abastecimiento de la comunidad de Higuito. El resultado obtenido fue que el 67% de las captaciones presentaron un riesgo alto mientras que el 33% poseen un riesgo intermedio.

La ASADA posee registros de aforos de caudales captados mediante mediciones mensuales de las siguientes fuentes tipo nacientes: Palo Blanco, Pequeña del Gringo, Los Monge, Santa Cecilia, Piris y Los Fuentes, donde se reportan caudales promedios para el 2014 de 5,47L/s. De la naciente Palo Blanco 2 no se tienen reportes, dado que esta fuente entró en funcionamiento en el año 2015. De las fuentes tipo superficial se tiene registro del caudal de 8,0 L/s que el ICAA le cede a la ASADA procedente de la planta de tratamiento que opera esta institución. De la fuente Río Chiflón no se tiene registros de la oferta del río ni lo captado. En resumen, el caudal captado según registros de la ASADA **alcanza un promedio de 13,47 L/s para el año 2014**. Los aforos se están realizando solo de los caudales captados en cada fuente, es decir, no se dispone de registros de la oferta real de agua de cada fuente, con el fin, de poder establecer si estas fuentes están en capacidad de atender la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población. En este aspecto la actividad de los aforos se debe incluir dentro de las labores que realizan los fontaneros cada que se visiten las captaciones, para las labores de limpieza de estas estructuras. Sería importante tener claro los protocolos y métodos de los aforos según sea el tipo de captación y realizar el aforo tanto de lo captado como de la oferta del agua de cada fuente y realizar los respectivos registros.

4.4.1.1 Sistemas de captación

- Tipo superficial

De la evaluación del riesgo instrumento SERSA en el Cuadro 4.11 se presentan los factores de riesgo con mayor incidencia presentados en las captaciones superficiales, para lo cual se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de la contaminación del agua en este componente el cual es el punto de inicio de un acueducto.

- Instalación de mallas de protección de la captación de tal forma que se impida el ingreso libre de personas y/o animales a estas estructuras. Esta acción para ambas captaciones.
- Mantener una vigilancia permanente a las actividades (agrícolas, ganadería y/o industriales) aguas arriba de la captación. Esta acción en especial para la captación Los Acuña.

- Tipo naciente

La aplicación del instrumento SERSA según Cuadro 4.12 se presentan los factores de riesgo con mayor incidencia presentados en las captaciones tipo nacientes, para lo cual se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de la contaminación del agua en este componente el cual es el punto de inicio de un acueducto.

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

En los Apéndice 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.

4.4.1.2 Sistemas de almacenamiento

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

- Llevar registros de los caudales de ingreso a los tanques para establecer las variaciones del caudal con respecto a cambios climáticos.
- Valorar las pérdidas de agua en las tuberías de conducción, quiebra gradientes y otras estructuras de conducción del agua desde las captaciones hasta los tanques.
- Determinar tiempos de retención hidráulica – TRH- en los tanques según los caudales de entrada y salida.

El tanque El Gringo recibe aguas de diferentes fuentes, de tipo nacientes la Monge y Pequeño Gringo y de tipo superficial la Grande del Gringo – Rio Chiflón, esta situación genera aguas con turbiedad en épocas de lluvias en el tanque por encima de la norma, situación que debe evitar la cloración mientras el agua tenga valores por encima de 5 unidades de turbiedad, por lo anterior se debe suspender la cloración o retirar el ingreso de la fuente superficial al tanque y esperar que este clara y libre de la presencia de sólidos. Otro aspecto a resaltar, al tanque de la oficina le llegan dos fuentes, una proveniente de la planta potabilizadora del ICAA (con aguas ya cloradas) y una segunda fuente proveniente de la naciente los Piris con aguas no cloradas, se deben realizar mediciones periódicas de cloro residual en este tanque para establecer si se cumple con la norma del cloro residual para aguas de consumo humano. En la revisión de los tanques se observó estructuras hidráulicas para el cierre del ingreso del agua cuando el tanque llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse). Ninguna estructura de almacenamiento posee un sistema de medición (macromedidor) en la tubería de salida del agua a la comunidad que abastece, para establecer los siguientes datos tales como:

- Medir el volumen (m³) que sale de los tanques, con el fin de realizar balances con los datos de la facturación y establecer las pérdidas en tuberías.
- Determinar el gasto de agua de la comunidad vía facturación para establecer la variación de los consumos en litros por habitante por día; consumos según el tipo de abonado (residencial y empresarial).
- Valorar las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses.

De la evaluación de los riesgos herramienta SERSA en el Cuadro 4.20 se presentan los factores de riesgo críticos con mayor incidencia presentados en los 6 tanques de almacenamiento, para los cual se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de afectación de estas estructuras durante el tiempo de su vida útil, esta estructura juega un papel muy importante en un acueducto, dado que regula el consumo y es la reserva de agua, además es el punto donde se realiza la desinfección del

agua, para luego ser distribuida a la comunidad usuaria, por lo anterior en esta estructura es necesario tener una vigilancia, cuidado y control en los siguientes factores:

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

De acuerdo a los reportes de facturación (micromedición mensual) facilitados por la ASADA, se reportó un consumo promedio de $(5,5 \pm 0,5)$ L/s para el periodo comprendido entre julio del año 2015 y mayo del año 2016. Con la capacidad de almacenamiento actual de **178 m³**, el acueducto puede abastecer a la población por un periodo de aproximadamente 5,6 a 6,8 horas. En el Cuadro 4.29 se establece el volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual, tomando en cuenta una población de aproximadamente 2847 habitantes y una dotación de 185 L/persona*día, para un porcentaje de cero pérdidas y un 20% de pérdidas en la red de distribución (la dotación se determinó a partir de los registros de micromedición y el aproximado de la población abastecida).

Cuadro 4.29. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Higuito.

% de pérdidas	Volumen de regulación (m ³)	Volumen contra incendios (m ³)	Volumen de reserva (m ³)	Volumen seleccionado (m ³)
0	189,61	144,00	105,34	189,61
20	227,53	144,00	126,41	227,53

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 4.29, el acueducto cuenta con un volumen de almacenamiento insuficiente para abastecer a la población actual, además, si se considera un aumento en las pérdidas el volumen disponible tampoco es suficiente para abastecer a la población al considerar el volumen de regulación.

4.4.1.3 Sistemas de desinfección

Según el Cuadro 4.27 se muestra el resumen de la evaluación de los 4 sistemas de desinfección que posee el acueducto según la aplicación de la herramienta SERSA, el 100% de estos sistemas están en riesgo alto. La tecnología aplicada para la desinfección del agua en los cuatro sistemas instalados es llamada por la ASADA sistema “cloración con pastillas”, los cuatro métodos de desinfección instalados por la ASADA en el acueducto, poseen varios aspectos que deben ser mejorados en Cuadro 4.26 se muestran los factores de riesgos críticos de mayor incidencia en los cuatro sistemas evaluados. A continuación, se presentan las recomendaciones para disminuir los riesgos y garantizar que la desinfección se aplique correctamente.

- 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 de almacenamiento del cloro.
- Se debe disponer un sistema de aforo/medición del caudal que ingresa al tanque dado que es el sitio donde se realiza la aplicación de la solución de cloro.

- El equipo de cloración debe disponer de un medidor de caudal para poder establecer el caudal de la solución 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 4 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

En los tanques de almacenamiento se presentan pérdidas de agua (por fugas) y por ende cloro, la mayoría de los tanques poseen sistemas de cierre del ingreso del agua cuando el tanque alcanzó su nivel máximo de almacenamiento (colocación de boyas), pero los sistemas de cloración no poseen sistemas de cierre. Por lo anterior se debe instalar sistemas de cloración cierren la aplicación de la solución de cloro cuando el tanque alcanzó su nivel máximo de almacenamiento.

El acueducto de Higuito posee nueve fuentes (7 captaciones tipo nacientes y 2 captaciones tipo superficiales) que abastecen el acueducto de esta comunidad, que posee 570 abonados (domiciliarios, comerciales, institucionales y otros), la ASADA viene realizando registros de aforos de los caudales captados en las fuentes tipo nacientes (Palo Blanco 1; Pequeña del Gringo; Los Monge; Santa Cecilia; Piris; y Los Fuentes), la sumatoria de los caudales promedios de estas 6 fuentes para el año 2014, fue de 5,47L/s, la naciente Palo Blanco 2 no se tienen reportes de lo captado, dado que esta fuente entró en funcionamiento en el año 2015. De las fuentes tipo superficial se tiene registro de la fuente la Cucaracha, cuyo valor de aforo es de 8,0L/s, este valor es reportado por ICAA como el caudal que le cede a la ASADA procedente de la planta de tratamiento que opera y administra el ICAA. De la fuente Río Chiflón no se tienen registros de lo captado. En resumen, el caudal captado y con registros alcanza un promedio de 13.47L/s para el año 2014. Otro aspecto importante por mencionar, los aforos se están realizando solo de los caudales captados en cada fuente, es decir, no se dispone de registros de la oferta real de cada fuente, estas prácticas de aforos y tener los respectivos registros son necesarias se realicen en cada una de las fuentes, por lo menos una vez por mes, para llevar un record del grado de variabilidad que estas fuentes presentan a lo largo de un año y poder ver los cambios anuales. Dicha información estará alertando a la ASADA sobre la capacidad de oferta que van teniendo sus fuentes por año, para tener un valor de comparación con la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población.

La ASADA de Higuito abastece a 647 abonados para una población aproximada de 2847 habitantes para el año 2016, cuenta con micromedidores instalados para un 100% de sus abonados, esta cobertura de micromedición le permitir a la ASADA establecer indicadores de consumo y pérdidas de agua captada. El caso de tener un macromedidor en la salida de los tanques se podría establecer las pérdidas de agua clorada entre los tanques y la comunidad.

A partir de la información del caudal de 13,47 L/s captado promedio de siete fuentes para el año 2014 y una población de 2500 habitantes la dotación para esta población alcanza valores de 465 L/hab-día. Para una dotación de 250 L/hab-día, según el ICAA para dotaciones de poblaciones rurales, de 150-250L/persona-día, y una dotación de 250-300L/persona-día para poblaciones urbanas (ICAA, 2001). Por lo anterior el caudal requerido para la comunidad de Higuito para el año 2016 es de 7,23 L/s, se asumen unas pérdidas del 30% el caudal sería de 9,40 L/s. A partir de este dato la comunidad de Higuito según los valores de caudales aforados en fuentes en el año 2014 se tuvo un exceso de oferta de

agua del 30%, recurso que se pierde en los rebases de los tanques, en tuberías de conducción, distribución, mal uso del agua por los usuarios. Por lo anterior la ASADA deben realizar acciones, con el fin de localizar donde se está dando el desperdicio de agua. Importante destacar que según información de los fontaneros en épocas de verano se ha tenido que hacer racionamientos de agua a la comunidad.

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

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

5. Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad de Higuito

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.

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, a la fecha no existen sistemas de tratamiento separados. La frecuencia de recolección es de una vez por semana. Los materiales son enviados al relleno sanitario las Cónccavas propiedad de WPP. La Municipalidad cuenta con programas de recolección de residuos valorizables en el parque principal del Tejar cada 15 días donde la comunidad lleva sus residuos valorizables (Municipalidad de El Guarco, 2016b).

En el área de Higuito 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 y grises, también de 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.

El agua que se usa para siembra es capturada directamente del río Lobo, el cual se encuentra muy contaminado con residuos sólidos y aguas vertidas. Figura 5.1.



Figura 5.1. Uso del agua para riego de parcelas agrícolas.

Es necesario recalcar también varias características del Cantón en dicho tema:

El sistema fluvial del cantón de El Guarco, corresponde a las vertientes del Caribe y del Pacífico.

A la primera, que corresponde a la subvertiente Caribe, pertenece la cuenca del río Reventazón Parismina, la cual es drenada por el río Macho con sus afluentes el río Damita y las quebradas Guayabillos, Bejuco y Perica; lo mismo que por el río Estrella y sus tributarios el río Empalme y las quebradas Palmital, Chiflón, Cangreja y Yugo; así como por el río Purires al que se le unen los ríos Lobo y Coris; los ríos Purires y Reventado dan origen al río Aguacaliente; otro río que irriga el área es el Humo y las quebradas Ojo de Agua y Palanca. Estos cursos de agua, excepto el río Humo, nacen en la región, los cuales presentan un rumbo de suroeste a noreste y de noroeste a sureste. Los ríos Aguacaliente y Purires son límites con el cantón de Cartago.

A la vertiente del Pacífico, pertenece la cuenca del río Pirrís, la cual es drenada por el río San Cristóbal Norte y las quebradas Patio de Agua, Común y Caragral. Estos cursos de agua nacen en El Guarco; los cuales presentan un rumbo de noreste a suroeste. El río San Cristóbal Norte y la quebrada Patio de Agua son límites cantonales; el primero con Desamparados de la provincia de San José; y el otro con Cartago. Ríos: Reventado, Reventazón, Palomo, Grande de Orosi, Macho, Tiribí, Chirripó, Tuis y Pejibaye, entre otros (Guías Costa Rica, 2015).

La Comunidad de Higuito es atravesada por varias fuentes superficiales que se visitaron: Quebrada Cucaracha, Quebrada Pedregal y Río Lobo. Esas fuentes están siendo contaminadas por aguas resi-

duales grises que se generan en hogares, comercio y actividades agrícolas como lavado de hortalizas o productos varios. También se detectaron algunas descargas de aguas negras a estas fuentes, contaminándolas aún más y aumentando el riesgo la contaminación de las aguas superficiales y riesgos a la salud de las personas que habitan en la comunidad. Figuras 5.2. y 5.3.



Figura 5.2. Recolectores de agua pluvial donde son vertidas aguas residuales y acumulación de residuos sólidos que son descargados por la misma comunidad.

Se realizaron igualmente análisis físicos químicos de las aguas superficiales, detectando que el agua está más contaminada a medida que baja la altura de la zona, es así como se encuentra más contaminación en el río Lobo.



Figura 5.3. Contaminación del cauce natural con aguas grises provenientes de hogares y comercios.

La cobertura de las riberas de los ríos o franjas de protección en el área de Higuito no se cumple, por lo que la evaporación del agua es más aguda y podría ser un agravante en el tema del cambio climático dado que disminuye el caudal de las fuentes. Por otro lado, también se aumenta el riesgo de posibles inundaciones que podrían presentarse con mayor facilidad en esas zonas que no tienen protección y además no se cumple con los retiros a quebradas de las construcciones. Es importante por lo tanto corregir dicha situación, el MINAE es el ente rector en este tema y se apoya en voluntarios que trabajan ad honorem.

“Las inundaciones pueden ser eventos en cierta medida controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a los cauces de los ríos” (de acuerdo con el criterio utilizado por la CNE). A partir de este mismo criterio de seguridad (sin olvidar el componente ambiental de la protección del recurso hídrico), se crea, en 1996, en la Ley Forestal (Ley No. 7575) la figura de las áreas de protección, así, en su artículo 33 se establece: “...b) Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado” (Valdés T, 2010).

A continuación, se muestra por medio de fotografía lo que se ha descrito antes. Figura 5.4 y Figura 5.5.



Figura 5.4. Poca protección del cauce y contaminación.



Figura 5.5. Ninguna protección de la ribera del río y alta contaminación del cauce.

En el caso de los residuos sólidos la encuesta realizada en el sitio muestra que la comunidad prácticamente no participa de las campañas de reciclaje que maneja la municipalidad del El Guarco. Aunque más de la mitad de las personas encuestadas parece conocer cuáles son los materiales que podrían recuperarse, citándose principalmente la recuperación de plástico.

Las rutas de recolección de la Municipalidad del Guarco se muestran en la Figura 5.6:



Figura 5.6. Programa de recolección de residuos sólidos Municipalidad de El Guarco.

Fuente : (Municipalidad de El Guarco, 2016a)

Por su parte, las campañas de recolección de materiales valorizables se realizan cada quince días, en el parque de Tejar se recolectan los materiales que los vecinos lleven para su recuperación.

La inspección visual en el sitio mostró gran cantidad de materiales tirados en las alcantarillas, aceras, quebradas y a las orillas de lotes baldíos.

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, MINSALUD, 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 Higuito, 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 debido a los efectos 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. Aunque existe la recolección del 100% de los materiales, es recomendable incorporar más participación en las campañas de recuperación de materiales valorizables, una opción podría ser habilitar un día al mes de recolección en la comunidad.
6. Es necesario invertir en más educación ambiental para concientizar a la población que no lance basura a la calle.

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
- Guías Costa Rica. (2015). Guías Costa Rica. Retrieved October 1, 2016, from <http://guiascostarica.com/provincia-cartago/>
- 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>
- Municipalidad de El Guarco. (2016a). Mapa de Aseo de vías y Sitios Públicos. Retrieved from <http://muniguarco.go.cr/index.php/gestion-municipal/gestion-de-servicios-publicos>
- Municipalidad de El Guarco. (2016b). 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.
- Valdés T, M. (2010). *Las Áreas de Protección del Artículo 33 de la Ley Forestal - El caso de la quebrada Los Negritos en el sector de Montes de Oca*. Universidad de Costa Rica. Retrieved from http://iij.ucr.ac.cr/sites/default/files/documentos/t10-las_areas_de_proteccion_del_articulo_33_de_la_ley_forestal_-_el_caso_de_la_quebrada_los_negritos_en_el_sector_de_montes_de_oca.pdf

7. Apéndices

7.1 Resultado de caracterización de la ASADA

ASADA: Higuito Fecha: Junio 2016 Responsable de información: Katherine Hidalgo Cordero

51

ASADA DE HIGUITO, SAN ISIDRO, EL GUARCO

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		2	1,0
		La Junta Directiva cuenta con capacitación del INA	3	0,5	no			si	3	0,5
		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	3	5,0
1.2. SOCIAL										
Proyección Comunal	1	Informan sobre su gestión a la comunidad	2	0,5	nunca	poco	bastante		1	0,3
		Birndan campañas a escuelas/colegios	2	1	nunca	poco	bastante		1	0,5
SUB - T O T A L			24	10						8,9
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	3	1,5
		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	2	0,3
		Los funcionarios están asegurados (CCSS)	3	1	no			si	3	1,0
Sistema de Contable	1	Los funcionarios cuentan con póliza (INS)	3	1	no			si	3	1,0
		Registan 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%		1	0,5
		Registan depósitos de fondos en cuenta Bancaria a nombre de la ASADA	3	1	no			si	3	1,0
		SUB - T O T A L			30	15				

2.2. COMERCIAL										
Gestión Comercial	2	Cuenta con Micro medición	3	2	no tiene	<50%	>50%	100%	3	2,0
		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 cortías	3	2	no			si	3	2,0
		Registan morosidad mensual	2	0,5	>10%	<10%	ninguna		1	0,3
		Se tiene disponibilidad agua para nuevos servicios	3	1	no			si	3	1,0
		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		2	0,5
		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	1	no	si, desactual.	si, actualizado		2	1,0		
SUB - T O T A L			37	15						12,8
TOTAL DE RUBRO			67	30						25,6
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	3	2,0
Tratamiento del Agua	1	Se encuentran caudales inscritos en el MINAE	3	3	no	por otros	en proceso	ASADA	3	3,0
		Poseen sistema de desinfección	3	4	no			si	3	4,0
Calidad del Agua	2	Según análisis el agua es apta para el consumo humano	3	5	no			si	3	5,0
		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	2	3,3
Nivel del Servicio	2	Frecuencia de monitoreo de la calidad (Análisis)	3	3	ninguna	2 al año	4 al año	6 al año	1	1,0
		Se dan interrupciones en el servicio (continuidad del servicio, fugas, roturas, etc)	3	2	6 al año	4 al año	2 al año	ninguna	2	1,3
		Elaboran registros de control y seguimiento de quejas	3	2	no			si	3	2,0
Infraestructura y Condiciones	1	La presión en las redes es adecuada	3	2	no en toda la red	<50%	>50%	100%	3	2,0
		Estudio Técnico de la Infraestructura, que refleje 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
SUB - T O T A L			36	40						33,7

Volver a los contenidos

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	0	0,0
		Realiza la ASADA campañas ambientales	3	1	No hay	Anual	Semestral	Mensual	1	0,3
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	3	1,0
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	2	2,0
S U B - T O T A L			21	13						5,3
5. GESTIÓN DEL RIESGO										
Plan de emergencia	1	Han analizado emergencias anteriores (derrumbes, deslizamientos, inundaciones)	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	3	0,3
		Participan en la Elaboración de los Planes de Seguridad del Agua	3	2	No	En Gestión	Incorporados	Aprobados	1	0,7
		Conocen las amenazas al sistema	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	3	0,3
		Conocen las vulnerabilidades del sistema	3	0,5	No	comentadas	identificadas	por escrito	3	0,5
		Cuentan con un protocolo de emergencias	3	0,5	No	comentado	identificado	por escrito	3	0,5
		El personal está capacitado para atender un protocolo para emergencias	3	0,3	no	pocos	algunos	todos	1	0,1
Plan de Contingencia	1	Los componentes del sistema se ubican en zonas vulnerables	3	0,3	todos	casi todos	pocos	ninguno	2	0,2
		Se han identificado fuentes alternativas de abastecimiento	3	0,2	no	incompleto	completo	detallado	3	0,2
		Cuentan con recursos para alquilar equipo	3	0,1	no			si	3	0,1
		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	3	0,5
Mapeo y Relación de Actores Involucrados	1	Cuentan con stock mínimo de repuestos de operación	3	0,6	no	incompleto	completo	detallado	3	0,6
		Disponen de un listado de proveedores	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	3	0,3
		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	3	0,3
		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						4,7
T O T A L			193	100						78,2

7.2 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: **$117,91 \text{ s} \div 7 = 16,84$ s (Promedio)**
4. Se divide el volumen del recipiente entre el promedio: **$20 \text{ L} \div 16,84 \text{ s} = 1,19$ L/s (Caudal)**

Elaborado por Laura Ureña Vargas 2016

7.3 Formato para el registro de los aforos

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:						

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		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" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Gas Cloro ()</td> <td style="width: 50%;">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 ()		
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? (critica)			
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (critica)			
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (critica)			
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (critica)			
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual			
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (critica)			
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento?			
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?			
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?			
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año			
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")			
Nivel de riesgo identificado (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10			

