



**CIPA**

centro de investigación  
en protección ambiental

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

# **EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE GUATUSO, SAN ISIDRO, EL GUARCO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO.**

Serie de documentos de divulgación ambiental del proyecto:

“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE  
SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LAS ASADA<sup>s</sup> DE LA PROVINCIA DE CARTAGO,  
CON UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”

# EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE GUATUSO, 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° A006**

Noviembre, 2016

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

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

Número de páginas: 34

ISBN: 978-9968-641-56-2  
978-9968-641-57-9 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A006

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 GUATUSO, 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. Luis Zamora Acosta funcionario de la ASADA de Guatuso 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.....	7
2. Descripción General de la zona de estudio .....	8
3. Esquema del acueducto .....	9
4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Guatuso .....	9
4.1 Metodología .....	9
4.2 Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto .....	10
4.2.1 Captaciones tipo superficial .....	10
4.2.2 Tanques de almacenamiento.....	13
4.2.3 Resumen de riesgos .....	17
4.2.4 Mapa de riesgos.....	18
4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA.....	19
4.3.1 Propuestas de Mejora.....	19
4.3.2 Factores de riesgo SERSA.....	19
5. Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad de Guatuso.....	22
5.1 Recomendaciones.....	25
6. Referencias .....	27
7. Apéndice .....	28
7.1 Guía para la realización de aforos .....	28
7.2 Formato para el registro de los aforos.....	29
7.3 Formato para el registro de mediciones de cloro residual.....	30
8. Anexos .....	31
8.1 Fichas de campo SERSA.....	31

## Índice de cuadros

Cuadro 4.1.	Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA. ....	10
Cuadro 4.2.	Ficha de campo SERSA captación superficial N°1.....	11
Cuadro 4.3.	Ficha de campo SERSA captación superficial N°2.....	12
Cuadro 4.4.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo superficiales.....	13
Cuadro 4.5.	Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Guatuso. ....	13
Cuadro 4.6.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°1. ....	14
Cuadro 4.7.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°2. ....	15
Cuadro 4.8.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°3. ....	16
Cuadro 4.9.	Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento. ....	17
Cuadro 4.10.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Guatuso. ....	17
Cuadro 4.11.	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA. ....	18
Cuadro 4.12.	Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Guatuso de El Guarco. ....	21

## Índice de figuras

Figura 2.1.	Mapa de ubicación ASADA Guatuso. ....	8
Figura 3.1.	Esquema del sistema del acueducto de Guatuso.....	9
Figura 4.1.	Mapa de riesgos identificados. ....	18
Figura 5.1.	Programa de recolección de residuos sólidos Municipalidad de El Guarco. ....	23
Figura 5.2.	Mezcla de agua residual con aguas pluviales en la misma canalización. ....	24
Figura 5.3.	Uso de agua para irrigación de campos agrícolas, comunidad de Guatuso. ....	24
Figura 5.4.	Rivera del río sin cobertura boscosa y retiros de construcciones mínima según la ley. ....	25

# 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.



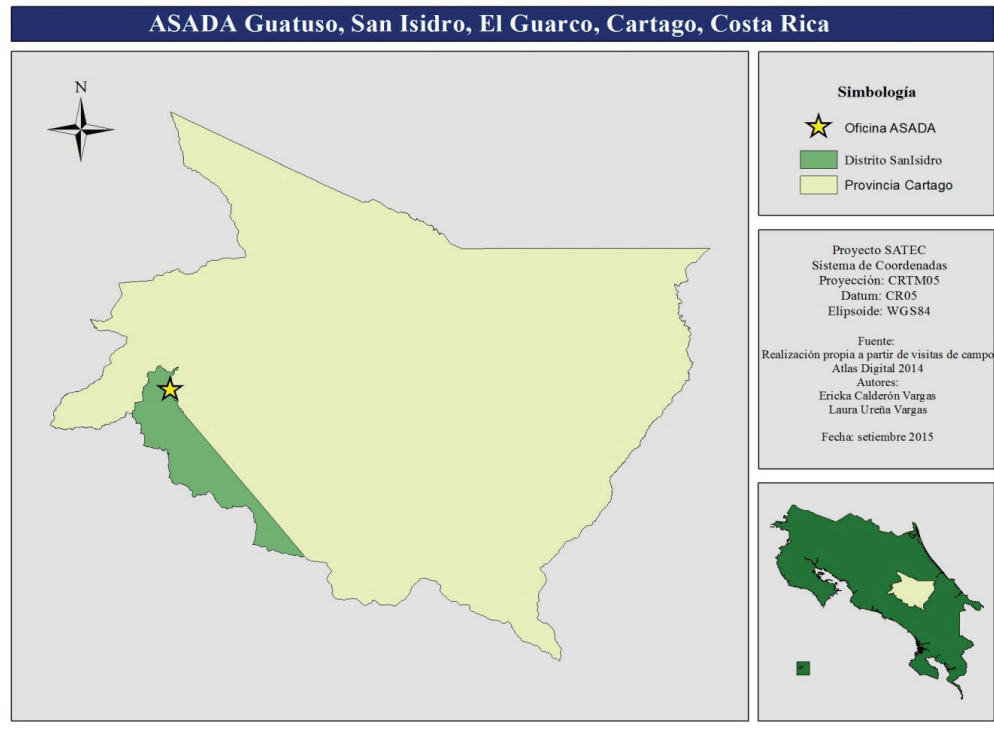
En el caso de los residuos sólidos se presentará un pequeño estado general de la situación en la ASADA, en forma muy sucinta. El tema de las aguas residuales será presentado mediante una breve descripción del problema en la zona.

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 Guatuso, 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 Guatuso se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N° 3), cantón El Guarco (N°08), distrito San Isidro (N°2), como se muestra en la Figura 2.1. **Abastece a 230 abonados con una población de alrededor 1012 habitantes**, determinados a partir de el quintil promedio de habitantes por hogar para el distrito (Solano & Rojas, 2013). Dichos datos son cambiantes durante el tiempo ya que, depende del crecimiento de la población del lugar y la demanda del agua potable.



**Figura 2.1. Mapa de ubicación ASADA Guatuso.**

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 agua superficial, las cuales se denominan captación N°1 y captación N°2, estas no reciben ningún tratamiento para la potabilización. Como se muestra en la Figura 3.1 el sistema de este acueducto está compuesto por dos captaciones tipo superficial, tres tanques de almacenamiento, línea de conducción y red de distribución, no se realiza desinfección. Por otra parte, la ASADA de Guatuso no cuenta con micromedidores instalados, para la facturación se mantiene un cobro fijo por el servicio por usuario.

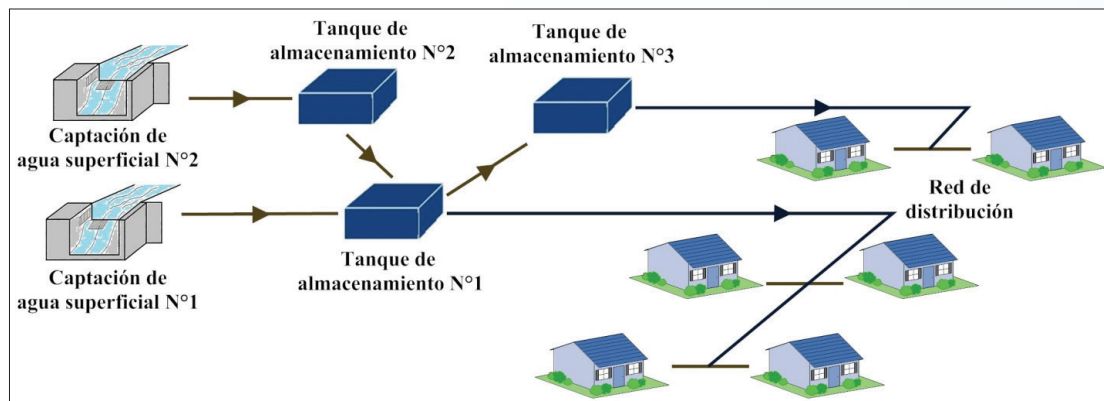


Figura 3.1. Esquema del sistema del acueducto de Guatuso.

### 4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Guatuso

#### 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 Higuato.

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

Se realizó una evaluación con las guías de inspección del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (siglas SERSA), con el objetivo preliminar de identificar los riesgos en los componentes de captaciones de agua superficial, captaciones de nacientes o manantiales y tanques de almacenamiento. Además, se realizó una adaptación de dicha herramienta, con el fin de evaluar los sistemas de desin-

fección, considerando el formato seguido por la herramienta Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud – SERSA (Ver Anexo 1).

La herramienta SERSA es empleada por el Ministerio de Salud y consiste en la identificación de factores de riesgo y la determinación de un nivel de riesgo (muy alto, alto, intermedio, bajo y nulo) (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015), de acuerdo a los factores identificados en las estructuras durante las visitas de campo. En el Cuadro 4.1 se describe la clasificación de riesgo según los valores obtenidos al aplicar el formulario correspondiente a cada componente y el color que identifica el respectivo riesgo.

**Cuadro 4.1. Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.**

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

Fuente: (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015)

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

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

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

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

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

### 4.2.1 Captaciones tipo superficial


#### Captación N°1

Se ubicada en las coordenadas geográficas Longitud: -83.943991, Latitud: 9.809655, dentro de propiedad privada, lo cual dificulta las labores de protección del perímetro por parte de la ASADA, tiene una altitud aproximada de 1518 msnm. La estructura está constituida por un embalse y no cuenta con

rejillas para la captación, en lugar de estas se emplea un tubo cubierto con zarán. La limpieza de la captación se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

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

Cuadro 4.2. Ficha de campo SERSA captación superficial N°1.

<b>Fotografías</b>		
		
<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 24/06/2015)		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
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	
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	<b>Muy Alto</b>	

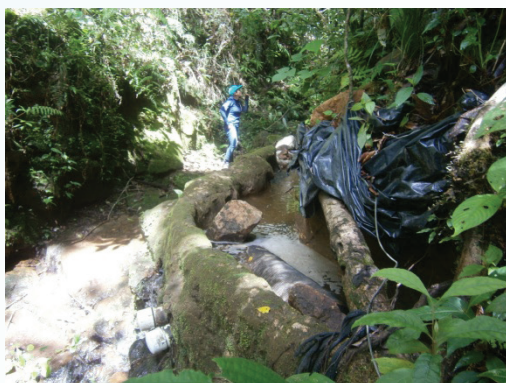
### Captación N°2

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83.943344, Latitud: 9.807895, al igual que la captación N°1 se encuentra dentro de una propiedad privada, lo cual dificulta las labores de protección del perímetro por parte de la ASADA. Cuenta con una altitud aproximada de 1572 msnm. La estructura de captación consiste en un embalse, no cuenta con rejillas, es un tubo cubierto con zarán que permite la entrada del agua a la tubería. La limpieza es realizada por el fontanero semanalmente o con mayor frecuencia si se considera necesario.

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

Cuadro 4.3. Ficha de campo SERSA captación superficial N°2.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 24/06/2015)		
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	
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)</b>	<b>Muy Alto</b>	

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.4 de **las 2 captaciones tipo superficiales** analizadas lo más crítico es el fácil acceso de personas y animales a la toma, no existe una malla de protección y existen fuentes de contaminación alrededor.

Cuadro 4.4. 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. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	2
2. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)	2
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	2
4. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de las 2 captaciones superficiales con las que cuenta el acueducto como fuentes de abastecimiento se tiene que el 100% presentan un riesgo muy alto como se muestra en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Guatemala.

Nombre de la fuente	Caudal (L/s)	Nivel de Riesgo SERSA
Captación N°1	NR	Muy Alto
Captación N°2	NR	Muy Alto

NR: valor no reportado

## 4.2.2 Tanques de almacenamiento

### Tanque de almacenamiento N°1

Se ubica aguas abajo de la captación N°2, recibe las aguas provenientes de la captación N°1 y del tanque de almacenamiento N°2. Se localiza en las coordenadas geográficas Longitud: -83.944047, Latitud: 9.809536, con una altitud aproximada de 1493 msnm. Éste es un tanque semienterrado de concreto con una **capacidad de 13,5 m<sup>3</sup>** y tiene la salida a la línea de conducción en la parte inferior y tiene 40 años de construido. Su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada al tanque de almacenamiento se aplicó el formulario SERSA correspondiente para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la estructura como se muestra en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°1.

Fotografías



<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 24/06/2015)				
<b>Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento</b>			<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
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		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>			<b>7</b>	<b>3</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)			<b>Alto</b>	

**Tanque de almacenamiento N°2**

Ubicado aguas abajo de la captación N°2 y, capta las aguas provenientes de esta. La salida de este tanque se dispone a la mitad y se conecta con el tanque de almacenamiento N°1. Se sitúa en las coordenadas geográficas Longitud: -83.944059 y Latitud: 9.809648 y a una altitud aproximada a los 1525 msnm. Al igual que el tanque de almacenamiento N°1, es semienterrado de concreto y tiene 40 años de construido, con una **capacidad de 6,75 m³**. Su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

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

Cuadro 4.7. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°2.

**Fotografías**



**Diagnóstico de la Infraestructura** (Fecha de Visita: 24/06/2015)

<b>Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
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	
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	<b>Alto</b>	

**Tanque de almacenamiento N°3**

Se emplea para abastecer a 15 casas que se encuentran a una elevación mayor que la totalidad de la comunidad, a aproximadamente 1489 msnm, se ubica en las siguientes coordenadas geográficas: Longitud: -83.94772 y Latitud: 9.813447. Este tanque es de concreto, semienterrado con recubrimiento de cerámica, con una **capacidad de 50 m<sup>3</sup>**. Su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

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



Cuadro 4.8. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento N°3.

Fotografías



**Diagnóstico de la Infraestructura** (Fecha de Visita: 24/06/2015)

<b>Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbadas (metálico)? (critica)	X	
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (critica)		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? (critica)	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? (critica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (critica)	X	
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	<b>Alto</b>	

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.9 de los 3 tanques analizados lo más crítico es que no se posee sistema de cloración en ninguno de los tanques, se presentan grietas en los tanques y además están cercanos a fuentes de contaminación.

Cuadro 4.9. Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.

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

Como resultado de la evaluación de los 3 tanques con que cuenta la ASADA para el almacenamiento del agua, se tiene que el 100% presentan un riesgo alto como se muestra en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Guatuso.

Nombre del Tanque	Material de construcción del Tanque	Volumen del Tanque (m <sup>3</sup> )	Nivel de Riesgo SERSA
Nº1	Concreto	13,50	Alto
Nº2	Concreto	6,75	Alto
Nº3	Concreto	50,00	Alto

Otro aspecto a resaltar en la revisión de los tanques de almacenamiento se observó que estas estructuras hidráulicas no disponen de mecanismos para el cierre del ingreso del agua, cuando el tanque llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse) que eviten el desperdicio de agua. Asimismo, no posee un sistema de aforo al ingreso del tanque ni medición (macromedidor) en la tubería de salida del agua a la comunidad que abastece, con el fin de realizar análisis de lo que sale del tanque con los datos de facturación y establecer posibles pérdidas por fugas y rebalses de agua.

### 4.2.3 Resumen de riesgos

Según el Cuadro 4.11, se concluye que este acueducto no garantiza un suministro de agua potable a la comunidad ya que sus captaciones presentan un riesgo muy alto y los tanques de almacenamiento riesgo alto, además no se cuenta con sistema de desinfección. Por lo que se deben emprender acciones para mejorar estas estructuras, con el fin de garantizar que el agua que le llega a los usuarios sea de buena calidad y debidamente clorada.

Cuadro 4.11. Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA.

Estructura	Riesgo SERSA identificado	Total de factores de riesgo
Captación N°1	Muy Alto	8
Captación N°2	Muy Alto	8
Tanque de Almacenamiento N°1	Alto	7
Tanque de Almacenamiento N°2	Alto	7
Tanque de Almacenamiento N°3	Alto	6

#### 4.2.4 Mapa de riesgos

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

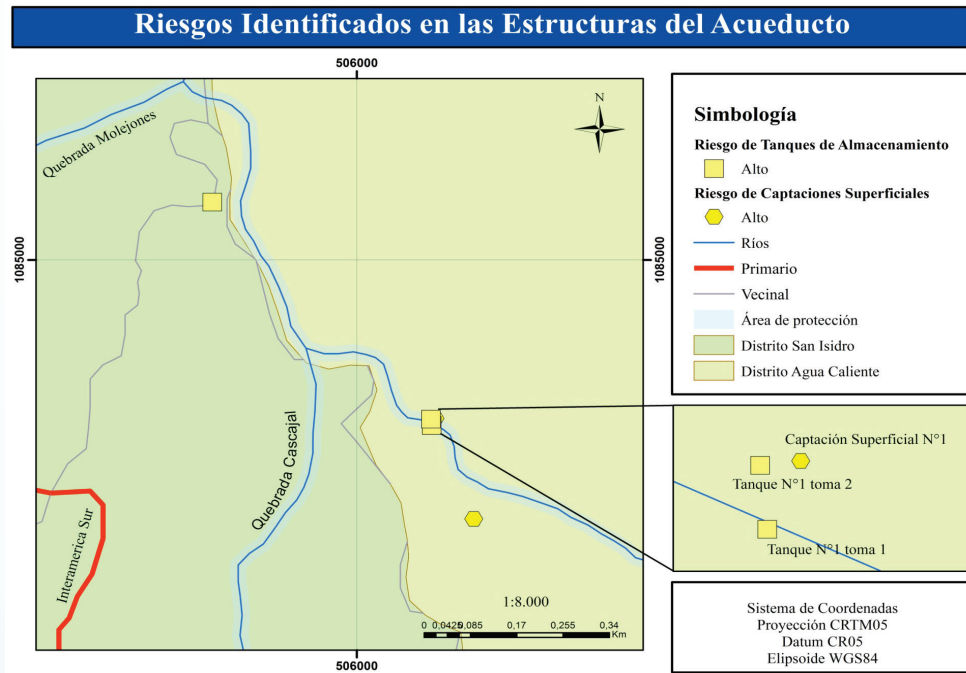


Figura 4.1. Mapa de riesgos identificados.

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

## 4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA

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

### 4.3.1 Propuestas de Mejora

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

Las 2 captaciones tipo superficial son el recurso hídrico con que cuenta la ASADA para brindar el abastecimiento de agua a la comunidad de Guatuso. Según el Cuadro 4.5 el resultado obtenido fue que el 100% de las captaciones presentaron un riesgo muy alto.

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

### 4.3.2 Factores de riesgo SERSA

#### 4.3.2.1 Sistemas de Captación

- Tipo superficial

De la evaluación de riesgo del instrumento SERSA en el Cuadro 4.4 se presentan los factores de riesgo críticos con mayor incidencia presentados en las captaciones, para los cuales se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de contaminación del agua en este componente el cual es el punto de partida o inicio de un acueducto:

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

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

#### 4.3.2.2 Sistemas de Almacenamiento

Como resultado de la evaluación de los 3 tanques con que cuenta la ASADA se obtuvo que los tanques de almacenamiento presentan un riesgo alto (Cuadro 4.10). En el Cuadro 4.9 se observa la valoración de los factores de riesgo críticos de estas estructuras, las cuales están construidas en concreto; se destaca entre los riesgos críticos la presencia de grietas en las paredes de todos los tanques, así como la ausencia de un sistema de desinfección y las posibles fuentes de contaminación en los alrededores (se observó viviendas cercanas, acceso de animales y actividad agrícola), además de la ausencia de malla de protección en el perímetro de cada tanque que evite el acceso a estos.

El acueducto posee una **capacidad total aproximada de almacenamiento de 20,25 m<sup>3</sup>** para atender la demanda de la población actual, lo anterior considerando los tanques N°1 y N°2 que son empleados

para abastecer a toda la población, sin embargo, cuenta con **50 m<sup>3</sup>** extra, que corresponden al tanque N°3, este abastece a un pequeño porcentaje de la población.

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

- Llevar registros de los caudales de ingreso a los tanques para poder establecer las variaciones del caudal con respecto a las variaciones climáticas.
- Valorar las pérdidas de agua en las tuberías de conducción, quebragradiantes y otras estructuras desde las captaciones hasta el tanque de reunión y de este hasta el tanque de almacenamiento.
- Determinar tiempos de retención hidráulica – TRH- en los tanques de almacenamiento según los caudales de entrada y salida.

El tanque N°1 recibe aguas de las 2 captaciones tipo superficial (Figura 3.1), dándose la mezcla de las aguas superficiales sin darse ningún pretratamiento que evite el paso de sólidos de mayor tamaño y tampoco cuentan con un sistema de potabilización completo para garantizar la distribución de agua potable a la comunidad, esta situación genera aguas con alta turbiedad en especial durante las épocas de lluvias, debido a que este tanque cumple la función de reunión de las 2 fuentes y de almacenamiento.

En la revisión de los tanques no se observaron dispositivos o mecanismos para el cierre del ingreso del agua en especial en el tanque de almacenamiento No 1 cuando este llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse) que eviten el desperdicio de agua. Además, no posee un sistema de medición (macromedidor) en la tubería de salida del tanque a la comunidad, con el fin de establecer los siguientes datos:

- Medir el volumen (m<sup>3</sup>) que sale del tanque, para realizar balances con los datos de la facturación cuando se instalen los micromedidores y establecer las pérdidas en tuberías de distribución.
- Determinar el gasto de agua de la comunidad vía facturación para establecer la variación de los consumos en litros por habitante por día; consumos según el tipo de abonado (residencial y empresarial).
- Valorar las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses y en las redes de distribución.

De la evaluación de los riesgos de la herramienta SERSA en el Cuadro 4.9 se presentan los factores críticos con mayor incidencia de los 3 tanques para los cuales se recomienda las siguientes acciones para disminuir el riesgo de afectación de estas estructuras durante el tiempo de su vida útil. En el caso del tanque de almacenamiento, juega un papel muy importante en un acueducto, dado que regula el consumo y es la reserva de agua, además es el punto donde se realiza la desinfección del agua, para luego ser distribuida a la comunidad, por lo anterior es necesario tener una vigilancia, cuidado y control en los siguientes factores de riesgo:

- Realizar acciones para solucionar el problema de grietas y fugas externas 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 observación, si el nivel de agua baja en los tanques cuando se cierra el ingreso y salida del agua del tanque.
- 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.
- Todo tanque de almacenamiento debe disponer de sistemas de respiradores localizados en la parte superior.
- Realizar acciones para la instalación de la desinfección del agua.

Si se desea conocer el volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual, tomando en cuenta una población de aproximadamente 1012 habitantes y una dotación de 190 L/ persona\*día, asumiendo un porcentaje de cero pérdidas y un 20% de pérdidas en la red de distribución, se obtienen los valores mostrados en el Cuadro 4.12, para los cuales se empleó un tiempo de retención de un día para el volumen de regulación, de 4 horas para el volumen contra incendios y un

caudal de 10L/s, tomando como referencia el valor mínimo establecido por ICCA (2001) de 8 L/s para poblaciones entre los 5000 y 15 000 habitantes. En el caso del volumen de reserva se utilizó un tiempo de retención de 4 horas. Por otra parte, si se considera una capacidad de almacenamiento de 20 a 70 m<sup>3</sup>, se obtiene que este acueducto cuenta con una capacidad de almacenamiento que le permite abastecer a la población por aproximadamente 2 a 7 horas.

**Cuadro 4.12. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Guatuso de El Guarco.**

% de pérdidas	Volumen de regulación (m <sup>3</sup> )	Volumen contra incendios (m <sup>3</sup> )	Volumen de reserva (m <sup>3</sup> )	Volumen seleccionado (m <sup>3</sup> )
0	57,02	144,00	31,68	144,00
20	69,98	144,00	38,88	144,00

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 4.12, el acueducto cuenta con un volumen de almacenamiento insuficiente para abastecer a la población actual, considerando un escenario de consumo de 190 L/per\*día, tanto para pérdidas de 0% como de 20%.

#### 4.3.2.3 Sistema de Desinfección

Debido a las condiciones actuales del acueducto, cuyas fuentes de abasto son superficiales y además que no cuentan con un sistema de tratamiento, no es posible aplicar un método de desinfección. Es necesario implementar un sistema de potabilización de agua en el cual se incluye la desinfección.

A continuación, se presentan las recomendaciones para disminuir los riesgos y garantizar que la desinfección se aplique correctamente.

- Todo sistema de desinfección debe disponer de una caseta debidamente acondicionada para la preparación, aplicación, control y un lugar adecuado para tener el equipo de protección y almacenamiento del reactivo.
- Se debe disponer un sistema de aforo/medición del caudal que ingresa al tanque dado que es el sitio donde se realiza la aplicación de la solución de cloro.
- El equipo de cloración debe disponer de un medidor de caudal para poder establecer el caudal de la solución 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 de cloro aplicada.
- El personal operativo debe tener la capacitación requerida para la preparación, aplicación y dosificación de la solución de cloro, además se debe dotar del equipo de protección necesario.
- Para tener información sobre el desempeño de la desinfección se debe disponer de formatos/bitácora donde los operarios registren todas las labores que realizan en la preparación de la solución de cloro (cantidad de producto utilizado por día), además llevar registros de caudales tanto del agua a ser clorada como de la solución aplicada y su respectiva concentración, registro de los valores de cloro residual periódicamente en el tanque durante el día y noche. Ver Apéndice 3 donde se establece un formato para el registro de mediciones de cloro residual.

#### 4.3.2.4 Otros aspectos a tener en cuenta en la operación del acueducto

En los tanques de almacenamiento se presentan pérdidas de agua (por rebalse), debido a que el ingreso del agua no posee dispositivos o mecanismos de cierre para cuando el tanque llega a su capacidad máxima. Esta situación debe ser corregida mediante la instalación de sistemas de “boyas” que permitan el cierre del ingreso del agua al tanque cuando este llegue a su capacidad máxima.

El acueducto de Guatuso posee dos fuentes superficiales que abastecen a esta comunidad, que posee 230 abonados clasificados en domiciliarios e empresariales en este último grupo se ubican los comerciales, industriales e institucionales, la ASADA no realiza registros de aforos de los caudales captados en las fuentes. Las prácticas de aforos y llevar sus respectivos registros son necesarias se realicen en

cada una de las fuentes, por lo menos una vez por mes, para llevar un record del grado de variabilidad que estas fuentes presentan a lo largo de un año y poder ver los cambios anuales. Dicha información estará alertando a la ASADA sobre la capacidad de oferta que van teniendo sus fuentes por año, para poder realizar comparaciones con la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población.

Otro aspecto a tener en cuenta es la necesidad de contar con la micromedición de los metros cúbicos facturados a cada abonado, lo que permitiría darle seguimiento a los datos de facturación de cada mes, con el fin de establecer cuánto es el volumen de agua que se está facturando y cobrando la ASADA, 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 Guatuso

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

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

En el caso de los residuos sólidos, según la legislación del país, se describen los residuos sólidos ordinarios y los residuos peligrosos (Ley N° 8839, 2010). Ambos tipos de materiales son recolectados por la municipalidad del El Guarco, sin embargo, 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 Guatuso 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 por cada hogar, también de los residuos sólidos en cada hogar.

En ese sentido se determinó que el 100% de las aguas grises son canalizadas y 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 los 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.

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 5.1.



Figura 5.1. Programa de recolección de residuos sólidos Municipalidad de El Guarco.

Fuente : (Municipalidad de El Guarco, 2016a)

La inspección visual en la zona donde se ubica la ASADA de Guatuso mostró gran cantidad de materiales tirados en las alcantarillas, aceras, quebradas y a las orillas de lotes baldíos.

Desafortunadamente el sistema de recolección en la zona solo abarca la calle principal, quedando descuidadas todas las zonas periféricas, en las cuales se pudo constatar importantes cantidades de residuos sólidos tirados en las aceras y en las corrientes naturales y con especial énfasis en el río Puriris.

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).

El distrito es atravesado por varias fuentes superficiales. Esas fuentes están siendo contaminadas por aguas residuales grises que se generan en hogares, comercio y actividades agrícolas como lavado de hortalizas o empaque de productos agrícolas o procesamiento de alimentos. También se detectaron algunas descargas de aguas negras a estas fuentes, contaminándolas aún más y aumentando el riesgo para la salud de las personas que habitan en la comunidad. Figuras 5.2., 5.3. y 5.4.



Figura 5.2. Mezcla de agua residual con aguas pluviales en la misma canalización.



Figura 5.3. Uso de agua para irrigación de campos agrícolas, comunidad de Guatuso.



Figura 5.4. Rivera del río sin cobertura boscosa y retiros de construcciones mínima según la ley.

La cobertura de las riberas de los ríos o franjas de protección en el área de Guatuso 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. 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: “Se declaran áreas de protección las siguientes: “...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).

## 5.1 Recomendaciones

1. En el tema de aguas residuales a pesar de no ser responsabilidad actual de la ASADA, es importante que se busquen soluciones conjuntamente con la Municipalidad, MINAE, y los ciudadanos. Dichas soluciones deben estar orientadas a la protección de las riberas de ríos y quebradas para evitar la evaporación, disminuir la contaminación e inundaciones alrededor de dichas fuentes de agua.
2. El tratamiento de las aguas grises puede hacerse con soluciones individuales en lugares más rurales donde hay mayor espacio para la instalación de sistemas de tratamiento, dichas soluciones podrían ser financiadas por los propios hogares, por ejemplo. En el caso de centros de población o lugares más urbanos como es el caso de Guatuso, deberán coordinarse acciones con la Municipalidad respectiva con el objetivo de contar con la inversión en sistemas de alcantarillado sanitario que llevarían las aguas residuales a plantas de tratamiento, las cuales, a su vez, verterían las

aguas tratadas a las fuentes naturales con una carga contaminante mínima o dentro de la normativa nacional.

3. Es importante señalar que las fuentes naturales superficiales (ríos y quebradas) deben protegerse dado que son posibles fuentes de agua potable en un futuro cercano por el hecho de la existencia del cambio climático que amenaza con la disminución del recurso hídrico. Debido a que la población está acostumbrada a contar con agua suficiente hasta para el desperdicio, las condiciones de sequía son cada vez más frecuentes y las fuentes podrían escasear por lo que se deben proteger para su posible uso futuro.
4. La municipalidad reporta una recolección del 100% de los materiales, sin embargo, las visitas a campo mostraron otra realidad, ya que el camión solo transita por la calle principal y son muchas otras áreas las que quedan descubiertas, por lo cual se recomienda ampliar dichas rutas, o bien establecer zonas comunes de almacenamiento para que el vehículo pueda realizar una mejor recolección.
5. 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.
7. 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.

## 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](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](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=NRRA&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&nValor5=69325](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_articulo.aspx?param1=NRRA&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](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://ijj.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](http://ijj.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. Apéndice

### 7.1 Guía para la realización de aforos

28

ASADA DE GUATUSO, SAN ISIDRO, EL GUARCO

#### Aforo Volumétrico

¿Qué es el aforo?

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

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

#### Materiales necesarios:



Recipiente de volumen conocido, adecuado para el caudal a medir



Cronómetro






Libreta y lápiz

#### Pasos a seguir en campo:

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

#### Pasos a seguir en la oficina:

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

#### Ejemplo:

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

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

## 7.2 Formato para el registro de los aforos

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

(Mes, año)						
<b>Fuente:</b>						
<b>Fecha:</b>						
<b>Volumen (L):</b>						
<b>Medición</b>	<b>Tiempo (s):</b>	<b>Tiempo (s):</b>	<b>Tiempo (s):</b>	<b>Tiempo (s):</b>	<b>Tiempo (s):</b>	<b>Tiempo (s):</b>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
<b>Promedio (s):</b>						
<b>Caudal (L/s)</b>						
<b>Firma Responsable:</b>						



## 8. Anexos

### 8.1 Fichas de campo SERSA

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

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

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?		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b>		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		



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

<b>I-) INFORMACION GENERAL</b>	
Fecha: 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: <b>Caseta</b> ( ) <b>A nivel</b> ( ) <b>Enterrada</b> ( ) <b>Semi-enterrada</b> ( )	<b>Fotografía</b>

<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
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? (critica)		
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)		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b>		
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:

Nombre acueducto:

No. Registro:

Nombre tanque:

Dirección:

Encargado:

Teléfono:

Nombre del funcionario:

**Tipo tanque:**

Elevado ( )	A nivel ( )
Enterrado ( )	Semi-enterrado ( )

**Material del tanque:**

Concreto ( X )	Metálico ( )	Plástico ( )
----------------	--------------	--------------

**Frecuencia de limpieza:**

Anual ( )	Semestral ( )	Trimestral ( )
Mensual ( )	Otra ( )	No sabe/Nunca ( )

**Fotografía**

**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)		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		

<b>Nivel de riesgo identificado</b> (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: <b>Ubicación:</b> <b>Fecha de construcción del acueducto:</b> <b>Fecha de instalación del actual sistema de cloración:</b> <b>Tipo de Sistema de Cloración:</b>		
<b>Gas Cloro ( )    Electrólisis ( )</b>		
<b>Pastillas (Erosión) ( )</b>	<b>Otro ( )</b>	
<b>Tipo de Dosificación: Continua ( )</b>	<b>Tiempos Programados ( )</b>	

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		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		
<b>Nivel de riesgo identificado</b> (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		