

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**Evaluación de la cobertura y calidad de la desinfección en los acueductos
comunales de la provincia de Cartago**

Trabajo de Graduación

Que para obtener el grado de licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

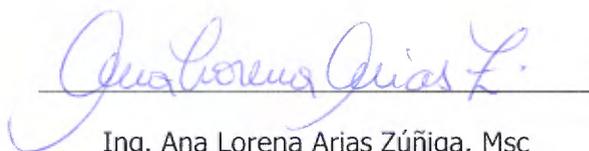
Doris Molina Zamora

Director de Proyecto de Graduación:

Ing. Ana Lorena Arias Zúñiga, Msc.

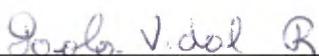
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Ana Lorena Arias Zúñiga, Msc

Director de Proyecto de Graduación



Ing. Paola Vidal

Asesor de Proyecto de Graduación



Ing. Jose Pablo Bonilla

Asesor de Proyecto de Graduación



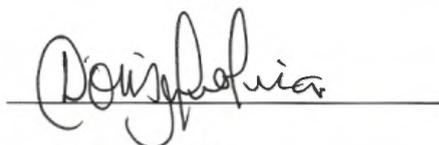
Doris Molina Zamora
Estudiante

DERECHOS DE AUTOR

Fecha: 2011, Junio, 28

La suscrita, **Doris Molina Zamora**, cédula 2-0607-0707, estudiante de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné **A33293**, manifiesta que es autora del Proyecto Final de Graduación **Evaluación de la cobertura y calidad de la desinfección en los acueductos comunales de la provincia de Cartago**, bajo la dirección de la **Ing. Ana Lorena Arias Zúñiga**, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.



Doris Molina Zamora

Cédula 2-0607-0707

Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de autor y Derechos Conexos N°6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); "no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales". Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar esta etapa en mi vida, a mis padres y hermana.

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios del AyA, Ing. Ricardo Peralta y Ricardo Espinoza, a Luis Carlos Barrantes del LNA por la guía e información brindada.

A todas aquellas personas que me acompañaron y dieron su apoyo a lo largo de todos los años de estudio, en especial a Álvaro Ulloa Calderón.

A mi compañera y amiga Susán Mora Castro, gracias por todo.

A todas las personas que me atendieron en las ASADAS, gracias por la información para este proyecto.

Molina Zamora, Doris

Evaluación de la cobertura y calidad de la desinfección en los acueductos comunales de la provincia de Cartago.

Proyecto de graduación – Ingeniería Civil – San José. C.R.

D. Molina Z., 2011

xi, 79, [74]h; ils.col. – 17 refs

RESUMEN

Es trascendental para el AyA, como organismo encargado de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS), valorar la cobertura y la calidad de la desinfección que se ha alcanzado actualmente. Por ende, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la situación en la cual se encuentra la cobertura y la calidad de la desinfección en las ASADAS, específicamente en la provincia de Cartago.

Para lograr el objetivo, se revisó la base de datos tanto del AyA como del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) para determinar la cantidad de acueductos que tienen instalado algún equipo de desinfección y a la vez cuántos de éstos están brindando agua de calidad potable a sus abonados. Asimismo, para las ASADAS que no cumplen con la norma de calidad del agua, se determinaron las causas y se plantearon las soluciones para corregir los problemas encontrados en la desinfección.

Se encontró que el 73% de las ASADAS de Cartago no aplica ningún tipo de desinfección. Mientras que, de las 46 ASADAS que si tienen sistemas de cloración, 32 abastecen con agua potable a sus abonados y el resto no. Estas 14 ASADAS que dan agua no potable, tienen principalmente los siguientes problemas: falta de capacitación de los operadores y administradores, los terrenos donde se encuentran las fuentes no son propiedad de la ASADA, las dosis de desinfectante no se aplican correctamente, pocos o nulos controles sobre el cloro residual presente en la red de distribución y falta de recursos para invertir en el acueducto.

Finalmente, las principales medidas correctivas que se recomienda implementar, son: adquirir los terrenos donde se encuentran las fuentes y tanques de almacenamiento para mantener la protección del recurso hídrico, mantener una correcta aplicación del cloro, vigilar de manera más periódica la calidad del agua en la red de la distribución y capacitar al personal que se encarga de la operación y el mantenimiento del acueducto y por tanto, del equipo de desinfección.

DESINFECCIÓN; ASADAS; CLORO; AGUA POTABLE.

Ing. Ana Lorena Arias Zúñiga, Msc.

Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema específico	1
1.2 Importancia.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Metodología.....	3
1.5 Antecedentes	5
1.6 Alcances y limitaciones	5
CAPÍTULO II: ACCESO AL AGUA POTABLE EN COSTA RICA.....	7
2.1 Situación general del agua potable en Costa Rica.....	7
2.2 Sistemas administradores del agua	11
2.2.1 Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)	12
2.2.2 Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH).....	12
2.2.3 Municipalidades.....	13
2.2.4 Asociaciones administradoras de acueductos y alcantarillados comunales.....	13
2.3 Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS).....	13
2.3.1 Marco Legal.....	13
2.3.2 Organización de las ASADAS	14
2.3.3 Conformación de una ASADA	15
2.3.4 Administración, operación y mantenimiento	16
CAPÍTULO III: POTABILIZACIÓN DEL AGUA.....	18

3.1	Procesos de potabilización	18
3.2	Métodos de desinfección	24
3.3	Cloración	34
	3.3.1 Generalidades.....	34
	3.3.2 Fenómeno del punto de quiebre	35
	3.3.3 Eficiencia de la cloración en la destrucción de microorganismos.....	37
3.4	Parámetros de calidad del agua.....	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		44
4.1	Situación de cobertura del servicio de agua potable en la provincia de Cartago.....	44
4.2	Visitas de campo a las ASADAS.....	48
	4.2.1 Bermejo de Quebradilla de Cartago.....	48
	4.2.1.1 Descripción.....	48
	4.2.1.2 Problemas.....	50
	4.2.2 San Juan Sur de Corralillo	50
	4.2.2.1 Descripción.....	50
	4.2.2.2 Problemas.....	52
	4.2.3 Santa Elena de Corralillo.....	52
	4.2.3.1 Descripción.....	52
	4.2.3.2 Problemas.....	53
	4.2.4 Cañón de San Isidro de El Guarco	54
	4.2.4.1 Descripción.....	54
	4.2.4.2 Problemas.....	55
	4.2.5 Tobosi de El Guarco	56
	4.2.5.1 Descripción.....	56
	4.2.5.2 Problemas.....	57
	4.2.6 Tucurrique de Jiménez.....	58
	4.2.6.1 Descripción.....	58
	4.2.6.2 Problemas.....	59
	4.2.7 Palomo de Orosi.....	59
	4.2.7.1 Descripción.....	59

4.2.7.2	<i>Problemas</i>	60
4.2.8	<i>Orosi de Paraíso</i>	61
4.2.8.1	<i>Descripción</i>	61
4.2.8.2	<i>Problemas</i>	62
4.2.9	<i>Santa Cruz de Turrialba</i>	63
4.2.9.1	<i>Descripción</i>	63
4.2.9.2	<i>Problemas</i>	64
4.2.10	<i>Carmen Lyra de Turrialba</i>	65
4.2.10.1	<i>Descripción</i>	65
4.2.10.2	<i>Problemas</i>	66
4.2.11	<i>El Silencio, El Carmen y San Gerardo de la Suiza de Turrialba</i>	66
4.2.11.1	<i>Descripción</i>	66
4.2.11.2	<i>Problemas</i>	67
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		73
5.1	Conclusiones	73
5.2	Recomendaciones	76
6	Fuentes de Información	78
Anexo 1. Fotografías de las visitas a las ASADAS		¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2. Registro del Laboratorio Nacional de Aguas		¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología.....	4
Figura 2. Porcentaje de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en Costa Rica del año 2000 al 2009.	9
Figura 3. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Guanacaste. Año 2009.....	10
Figura 4. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Guanacaste. Año 2009.....	10
Figura 5. Floculador horizontal (planta)	21
Figura 6. Floculador vertical (elevación)	21
Figura 7. Equipo para la prueba de jarras.	22
Figura 8. Lecho de filtro de medio dual antracita/arena.....	23
Figura 9. Diagrama del cilindro de cloro gaseoso	28
Figura 10. Mezcla de hipoclorito de calcio con agua	29
Figura 11. Hipoclorito de calcio granulado.....	30
Figura 12. Pastillas de hipoclorito de calcio	31
Figura 13. Equipo que utiliza hipoclorito de sodio	32
Figura 14. Evolución de la cantidad de cloro residual en función de la cantidad de cloro introducido.....	36
Figura 15. Mapa político de la provincia de Cartago	44
Figura 16. Estado de la desinfección en la provincia de Cartago	45
Figura 17. Calidad del agua en los cantones de la provincia de Cartago.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica al año 2009.	8
Cuadro 2. Ventajas y desventajas de los productos de cloro utilizados en el país.....	33
Cuadro 3. Número de ASADAS por cantón.....	46
Cuadro 4. Cantidad de acueductos potables y no potables por cantón.....	47
Cuadro 5. Problemas encontrados en las ASADAS	69

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Problema específico

El estado no tiene capacidad para atender y satisfacer todas las demandas de servicio de agua para consumo humano que presenta la ciudadanía. Es por ello, que mediante su creación, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) delega la construcción, administración, operación y mantenimiento a las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS).

La creación de las ASADAS tiene como propósito mejorar la gestión de los servicios de agua potable para las comunidades rurales. Dichas asociaciones se comenzaron a formar a finales de los años noventa y se consolidaron legalmente a partir del año 2000. Aún, periódicamente los comités rurales se convierten en ASADAS. (Peralta, 2010)

Dadas algunas deficiencias en la administración, actualmente el análisis de los datos de cobertura de agua potable que tiene el AyA para las ASADAS se encuentra desactualizado, no se conoce con seguridad la calidad del agua para consumo humano que están brindando las asociaciones comunales a sus abonados. (Peralta, 2010)

Asimismo, se conoce que en algunos de los acueductos en los cuales se aplica desinfección aún no se está obteniendo agua de calidad potable por tanto el tratamiento no está siendo efectivo en la potabilización y no se está cumpliendo con el objetivo primordial de ofrecer a la ciudadanía agua que se encuentre libre de organismos patógenos.

1.2 Importancia

Garantizar el agua potable para consumo humano es de suma importancia para el bienestar de la población. Es por esto, que analizar el estado en el cual se encuentra la desinfección de la gran mayoría de los acueductos de la provincia de Cartago, como es el caso de los acueductos administrados por las ASADAS, es determinante para tomar las medidas necesarias con el fin de mejorar la calidad del agua que reciben los ciudadanos.

En Costa Rica, el método utilizado para desinfectar el agua es el cloro en sus diversas presentaciones (cloro gas, hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio granulado y en pastillas). Dicho desinfectante es muy eficiente para la inactivación de bacterias y virus, además de tener un bajo costo comparado con otros sistemas de desinfección y mantener un efecto residual que permite corroborar la eficacia del mismo en varios puntos de la red.

Por otra parte, es importante mencionar que aunque la mayoría de los acueductos del país y de la provincia de Cartago específicamente, se encuentran administrados por Comités Administradores de Acueductos Rurales (CAARs) y ASADAS, éstos no abastecen a la mayoría de la población.

Las ASADAS tienen la particularidad de que se puede encontrar mucha heterogeneidad entre ellas, la falta de eficacia en la operación, organización, planificación e insuficiente inversión económica son parte de los problemas que las afectan. Lo anterior se debe en gran parte a que los acueductos son administrados por vecinos de la comunidad, los cuales no cuentan con la capacitación técnica necesaria para la construcción, operación y mantenimiento de los acueductos.

Dada la problemática evidenciada anteriormente, esta investigación pretende diagnosticar el funcionamiento de los acueductos rurales que aplican desinfección y aún así no obtienen agua que cumpla con los parámetros de calidad normados en el país. Aunado a lo anterior, proponer soluciones a los problemas que se identifiquen en los acueductos que se analizarán en detalle.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la situación de cobertura y calidad de la desinfección en los acueductos comunales de la provincia de Cartago, analizando el funcionamiento del sistema de desinfección de una muestra de dichos acueductos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la operación y administración de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes (ASADAS).
- Determinar la cantidad de sistemas que cuentan con desinfección en la provincia de Cartago y de la misma forma aquellos que no posean ningún tipo de desinfección.
- Analizar los ensayos de laboratorio efectuados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) del AyA sobre la calidad del agua de los acueductos que cuentan con desinfección.
- Establecer las causas de las deficiencias en el proceso de potabilización del agua de aquellos acueductos en los cuales los análisis de calidad del agua no resulten satisfactorios.
- Presentar soluciones a los problemas detectados en los acueductos analizados con el fin de mejorar el funcionamiento de los mismos.

1.4 Metodología

Se investigó sobre la teoría de desinfección con énfasis en la utilización de cloro y sus variantes, ya que en nuestro país solamente se utiliza este tipo de desinfectante.

Además se investigó acerca de la administración de las ASADAS, con el fin de describir de la mejor manera la forma en la que éstas operan los acueductos comunales.

Se procedió a revisar la base de datos de acueductos comunales de Cartago en el AyA, en la medida de lo posible se trató de completarla para de esta manera se determine de la forma más actualizada cuántos de los acueductos utilizan algún tipo de desinfección. De los acueductos identificados que aplican cloración se analizó las pruebas de laboratorio realizadas por el LNA y se estableció cuántos acueductos obtienen resultados satisfactorios en sus ensayos de calidad del agua.

Se visitó los acueductos que no cumplen con la norma de calidad del agua con el fin de determinar las causas y plantear soluciones con el objetivo de mejorar la calidad del agua que reciben los usuarios.

La metodología que se siguió para la elaboración del proyecto se muestra en la Figura 1.

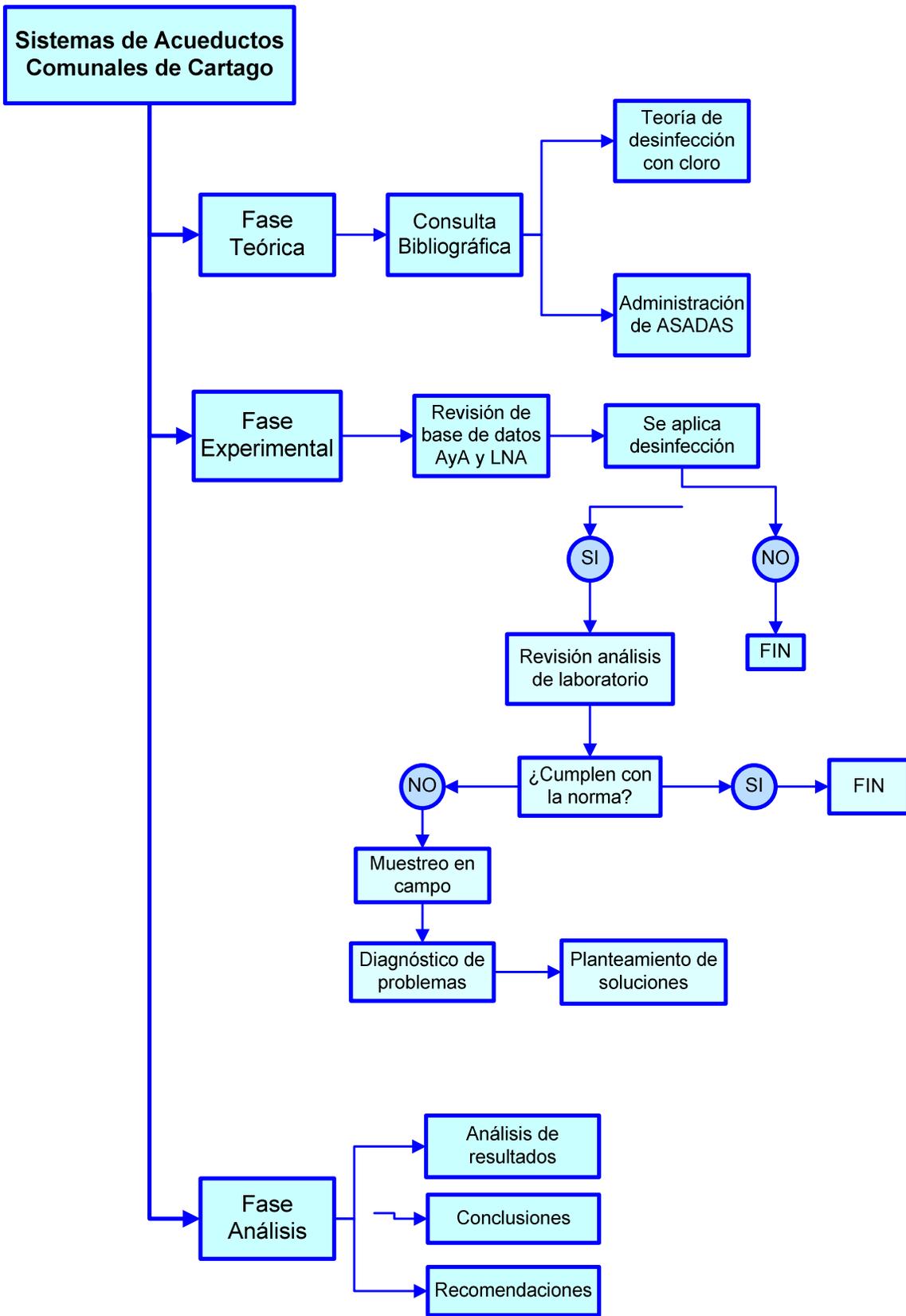


Figura 1. Metodología

1.5 Antecedentes

De acuerdo con el estudio titulado Estado del agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica al año 2007, Cartago es una de las provincias con mayor porcentaje de agua no potable (25.2%) y en algunos cantones se tiene registro de que el agua clorada no se puede considerar potable, como ejemplo el caso del cantón de Turrialba en el cual se presenta la situación mencionada anteriormente y es una comunidad en la que las ASADAS predominan.

Aunado a lo anterior, en el Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad del Servicio de Agua Potable 2007-2015 se plantean una serie de metas mediante las cuales se pretende mejorar la calidad de los servicios de agua potable que brindan los distintos entes operadores de acueductos del país.

En el proyecto de graduación "Análisis y Diagnóstico del Abastecimiento del Agua en la Zona Rural de Costa Rica" se analizó el funcionamiento del programa de Ayuda Comunal creado para mejorar el abastecimiento de agua potable en las zonas rurales, con el cual se intentaba aumentar la eficiencia técnica y operativa de los comités administradores de acueductos.

En los proyectos de graduación "Diagnóstico Operativo de la Planta Potabilizadora de Los Ángeles San Rafael de Heredia" y "Evaluación Hidráulica y Sanitaria de la Planta Potabilizadora San Ignacio de Acosta" se evalúan estas plantas en particular; sin embargo no se encontró referencia sobre evaluaciones similares en la provincia de Cartago.

Los estudios mencionados anteriormente han investigado aspectos que se retoman en este proyecto; no obstante la presente investigación busca actualizar los datos de cobertura y calidad de agua potable específicamente de las ASADAS de Cartago, además de identificar las causas de la falta de agua potable en aquellos acueductos que aplican desinfección; tema sobre el cual no se ha estudiado anteriormente.

1.6 Alcances y limitaciones

- Los acueductos rurales presentan diversos problemas y carencias que afectan el servicio brindado a la población. Sin embargo, el estudio se enfoca desde el punto de

vista de la calidad del agua y administración por parte de los encargados de los mismos.

- Debido a la cantidad de acueductos comunales (ASADAS) con los que cuenta la provincia de Cartago, la evaluación del funcionamiento de los sistemas comunales se realizó solamente en una muestra de aquellos que reciben desinfección y el análisis de calidad del agua que brindan resulta insatisfactorio.
- Para determinar la calidad del agua se revisó el registro disponible en el Laboratorio Nacional de Aguas de los análisis realizados en los últimos dos años, o en dado caso de los últimos que se hayan realizado.
- Las soluciones que se proponen se limitan a aquellas que se apegan a la realidad de los acueductos comunales, esto quiere decir que las recomendaciones se realizan de acuerdo con las capacidades económicas y administrativas propias de los acueductos rurales.
- No se presentan análisis de costos de las soluciones propuestas.

CAPÍTULO II: ACCESO AL AGUA POTABLE EN COSTA RICA

2.1 Situación general del agua potable en Costa Rica

El acceso al agua potable es de suma importancia para salud de las personas y el desarrollo de las regiones de un país. En Costa Rica, la creación de las ASADAS fue un paso indispensable para el mejoramiento de la calidad del servicio de agua que reciben los ciudadanos de las zonas más alejadas de los centros urbanos, ya que convirtió a los antiguos comités comunales que brindaban dicho servicio en entes más calificados al dotarles de instrumentos legales, administrativos, además de asesoría técnica.

En Costa Rica, el acceso al agua ha ido aumentando año tras año gracias a los esfuerzos por llevar agua para el consumo humano a todos los rincones del país. El agua para consumo humano es aquella que se utiliza tanto para el uso cotidiano como para beber lo cual es diferente al agua potable, ya que según se define en el Reglamento para la calidad del agua potable, para poder catalogar el agua como potable, ésta debe cumplir con las disposiciones de valores máximos o admisibles de los parámetros físicos, químicos, organolépticos, estéticos, biológicos y microbiológicos que establece dicho reglamento.

En el año 2009, se estima que existen 2302 acueductos en todo el país que administran y dan el servicio de agua para consumo a un 98,0% de la población, en términos de calidad, el 87,4% de los pobladores recibe agua potable, mientras que el 12,6% recibe agua no potable según se muestra en el Cuadro 1. (Mora y Portuguez, 2010).

Cuadro 1. Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica al año 2009.

Entidad administradora	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
		Acueductos	Población	%	Población	%	Población	%	Potab.
AyA	178	2.257.400	50,0	2.232.690	98,9	24.710	1,1	156	22
Acueductos municipales evaluados	245	757.305	16,7	600.734	79,4	156.571	20,6	185	60
Acueductos municipales no evaluados **	3	413	0,0	328	79,4	85	20,6	2	1
E.S.P.H.	12	164.624	3,6	164.624	100	0	0,0	12	0
CAAR's/ASADAS * (Evaluadas)	976	926.386	20,5	645.928	69,7	280.458	30,3	570	406
CAAR's/ASADAS ** (Sin evaluar)	888	317.325	7,0	221.271	69,7	96.054	30,3	453	435
Sub-Total	2.302	4.423.453	98,0	3.865.575	87,4	557.878	12,6	1.377	925
Fácil acceso, urbanizaciones y privados ***	¿?	84.306	1,9	73.683	87,4	10.623	12,6	¿?	¿?
Sin información	¿?	1.633	0,0	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?
Totales		4.509.392	100	3.939.258	87,3	568.501	12,6	1.377	925

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

* Estimación fundamentada en el Programa de Vigilancia 2007-2009.

** El porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable se calcula manteniendo el porcentaje obtenido en los acueductos evaluados y extrapolando el resultado a los que faltan de evaluar.

*** El porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable se calcula manteniendo el 87,4% obtenido en todos los acueductos.

Fuente. Mora y Portuguez, 2010.

La mayor parte de la población del país recibe agua de las plantas potabilizadoras administradas por el AyA (50%) y de acuerdo con el Cuadro 1 el 87.4% de la misma es agua potable. Además del AyA, el servicio de agua lo brindan las municipalidades, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (E.S.P.H.) y las ASADAS, lo cual ha permitido llegar a abastecer a prácticamente la totalidad de la población del país.

Según se evidencia en el Cuadro 1 la gran mayoría de acueductos del país se encuentra en manos de las ASADAS y comités, los cuales presentan mayores problemas ligados a deficiencias en la calidad del agua ya que menos del 70% de las mismas ofrece agua potable a sus abonados.

Aunado a lo anterior, la cobertura de servicios de agua potable en Costa Rica ha aumentado paulatinamente en el tiempo dado que las entidades administradoras del servicio de agua se

han preocupado por proveer con agua potable a la población. En la Figura 2 se puede observar la evolución que ha tenido la calidad del agua que reciben los usuarios a través de los últimos años.

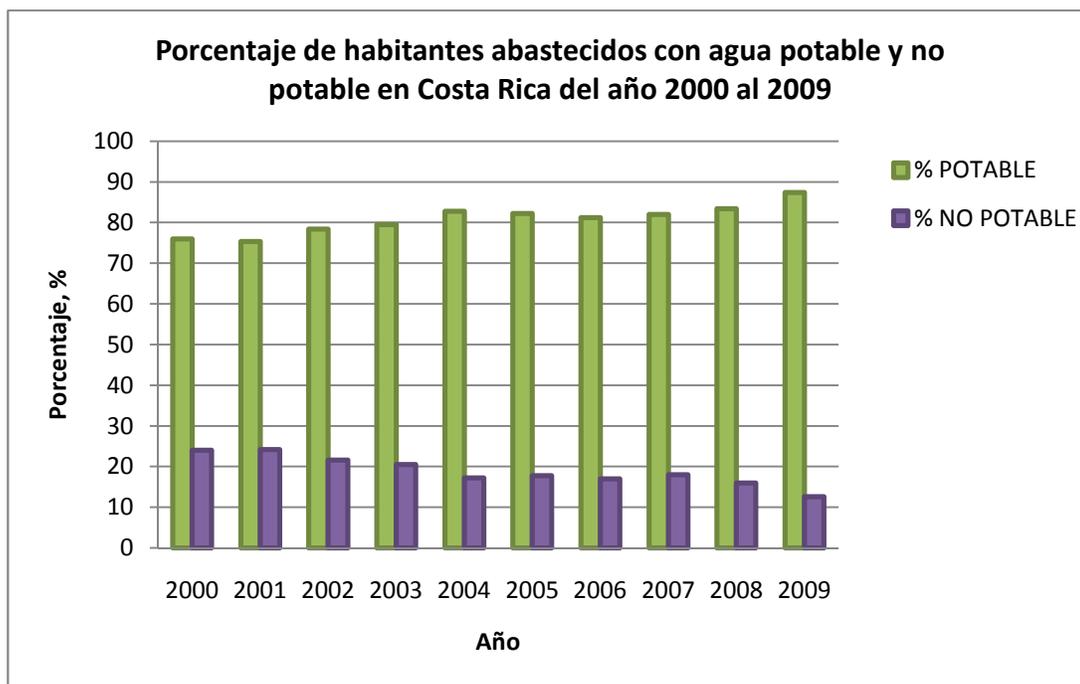


Figura 2. Porcentaje de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en Costa Rica del año 2000 al 2009.

Fuente. Mora y Portuguez, 2010

Al realizar un análisis por provincia para la cobertura y calidad del agua en el año 2009, se encuentran los resultados que se muestran en las Figuras 3 y 4.

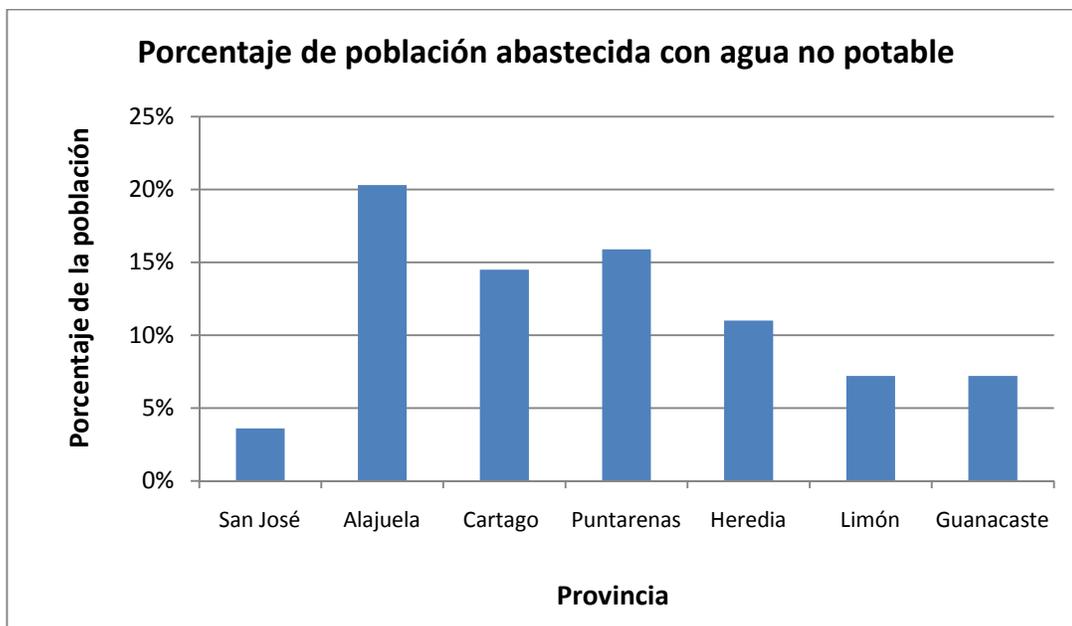


Figura 3. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Guanacaste. Año 2009

Fuente. Mora y Portuguez, 2010

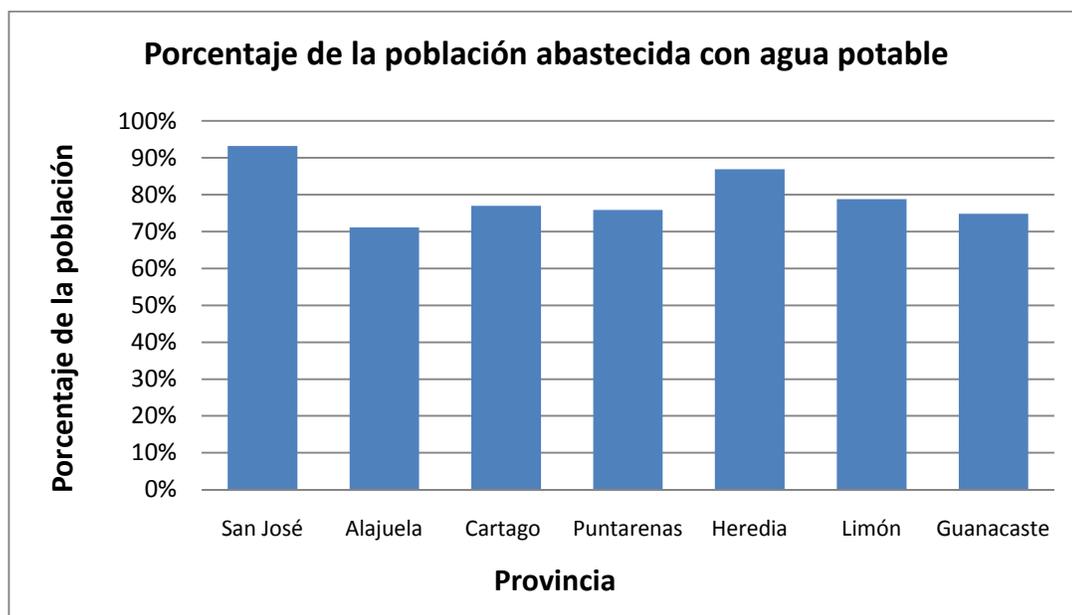


Figura 4. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Guanacaste. Año 2009

Fuente. Mora y Portuguez, 2010

Las provincias que tienen mayor porcentaje de agua potable son San José con un 93.2% y Heredia con un 86.9%, las cuales se diferencian de las otras provincias puesto que Alajuela, Cartago, Puntarenas, Guanacaste y Limón no sobrepasan el 78.8%. En general, se conoce que las personas que habitan la zona del Gran Área Metropolitana (GAM) y los centros de provincia tienen mayores posibilidades de disfrutar de un servicio de agua potable que aquellas que viven en las zonas más alejadas de dichas zonas.

Es importante recalcar que se ha notado una mejoría en la cobertura y la calidad del agua que recibe la población. Gran parte de los resultados que se han obtenido se deben al seguimiento de las metas fijadas en el "Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable en el periodo 2007-2015", las cuales comprenden:

- Protección de fuentes de agua
- Vigilancia y control de la calidad del agua
- Tratamiento y desinfección del agua
- Cantidad (producción), continuidad, calidad y costo (tarifas)
- Evaluación de riesgo sanitario de los acueductos
- Políticas, normas y legislación
- Educación, autosostenibilidad y movilización social

2.2 Sistemas administradores del agua

Entre los sistemas de distribución de agua para consumo, se puede encontrar desde los grandes sistemas que abastecen a la población urbana de cientos de miles de personas, hasta los pequeños que brindan agua a comunidades pequeñas.

En Costa Rica, el ente encargado de la gestión del recurso hídrico es el Departamento de Aguas del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), al cual le corresponde disponer y resolver sobre el dominio, aprovechamiento y utilización de las aguas.

Existen instituciones que comparten con el MINAET la gestión de los recursos hídricos del país, entre las más importantes se encuentran el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE),

la ESPH, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), el AyA, las municipalidades, las ASADAS y el Ministerio de Salud. Sin embargo, el AyA es el principal rector en materia de agua potable y alcantarillado sanitario, al cual lo acompañan otros operadores de sistemas como lo son las municipalidades, la ESPH y las ASADAS.

2.2.1 Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)

Según la Ley constitutiva del AyA este ente fue creado con el objeto de dirigir, fijar políticas, establecer y aplicar normas, realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo y de resolver todo lo relacionado con el suministro de agua potable, recolección y evacuación de aguas negras y residuos industriales líquidos. (Asamblea legislativa, 2005)

Además, esta institución debe ocuparse de procurar aprovechar, utilizar o vigilar todas las aguas de dominio público y administrar los sistemas de acueductos y alcantarillados de todo el país, no obstante, esta entidad se encuentra facultada para delegar la administración de los servicios de agua potable y recolección de aguas negras a organismos comunales organizados y que actualmente se denominan ASADAS.

El AyA es una institución descentralizada a la cual también le corresponde por ley asesorar a los demás organismos del estado y coordinar las actividades públicas y privadas en todos los asuntos que competen con el establecimiento de acueductos y alcantarillados, así como el control de la contaminación de los recursos de agua.

2.2.2 Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH)

La ESPH es una sociedad anónima de utilidad pública y plazo indefinido, en donde se incorporan de manera voluntaria las corporaciones municipales de la región de Heredia con el fin, entre otros, de unificar esfuerzos para satisfacer las necesidades de agua potable y asumir la conservación, administración y explotación racional de los recursos hídricos en la región de Heredia. La ESPH se transformó en sociedad anónima de utilidad pública mediante la Ley N° 7787 del 26 de mayo de 1998. Su ley constitutiva señala que la empresa gozará de plenas facultades para prestar servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y evacuación

de aguas pluviales; así como para la generación, distribución, transmisión y comercialización de energía eléctrica y alumbrado público en convenio con las municipalidades incorporadas de la provincia de Heredia. (MINSA, AyA y OMS/OPS, 2003).

2.2.3 Municipalidades

Algunas municipalidades han tenido a su cargo la administración y protección del recurso hídrico y según la Ley Constitutiva del AyA cuando hubiese municipalidades que estuvieran administrando y operando sistemas de acueductos y alcantarillados eficientemente, éstas podrían continuar haciéndolo exceptuando los acueductos que se encontraran ubicados en el Área Metropolitana, los cuales deben ser administrados por el AyA.

2.2.4 Asociaciones administradoras de acueductos y alcantarillados comunales

Las ASADAS tienen como fin administrar, operar y mantener en buenas condiciones el acueducto y el alcantarillado sanitario (cuando exista), de acuerdo a las normas y políticas que al respecto emita el AyA. Tienen una relación de subordinación bastante clara frente al AyA. Ante una mala prestación del servicio o un incumplimiento grave de las ASADAS, el AyA tiene la potestad para terminar con el convenio a través del cual delegó la prestación del servicio, además debe ejercer absoluto control y fiscalización sobre la labor de estas asociaciones. (MINSA, AyA y OMS/OPS, 2003).

2.3 Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS).

2.3.1 Marco Legal

Antiguamente, existían los "Comités Administradores de Acueductos Rurales" (CAARs) pero en el año 2000 se transformaron mediante un decreto ejecutivo en "Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunales" (ASADAS), y de esta manera se

estableció un sistema de regulación que les permitía tener personería jurídica como una entidad separada de la Ley de Asociaciones (Ley N°218).

Ahora bien, de acuerdo con lo que se establece en la ley, el AyA tiene la responsabilidad no solo de la construcción de nuevos sistemas, sino de garantizar la correcta administración de los mismos a través de monitoreo, fiscalización y apoyo a los operadores tales como las ASADAS. (Asamblea legislativa, 2005)-.

Cada ASADA debe tener el certificado de Personería Jurídica y además debe contar con una delegación de autoridad otorgada por el AyA para fungir como operadores de los sistemas de abastecimiento de agua.

Según Lockwood, existe un porcentaje de ASADAS que aún no ha firmado un contrato formal de delegación con el AyA, esto debido a que no se encuentran satisfechas con los términos y restricciones de los reglamentos existentes. Por ejemplo, de acuerdo con la reglamentación actual, todos los activos de las ASADAS se registran a nombre del AyA como parte del patrimonio público aunque éstos se pudieron haber adquirido con recursos obtenidos de las tarifas cobradas a los abonados.

2.3.2 Organización de las ASADAS (AyA,2008).

Los acueductos o sistemas de abastecimiento de agua son elemento clave para asegurar la provisión del líquido vital así como también para garantizar que el mismo, esté libre de contaminantes.

Con el propósito de asegurar la cantidad y calidad del agua en las zonas rurales, el AyA ha creado una política de fortalecimiento orientada a mejorar la gestión de servicios que realizan estas organizaciones administradoras. Esta política implica la dotación de las herramientas legales, técnicas, administrativas y financieras que les permita desempeñarse exitosamente, garantizando un aprovechamiento adecuado del recurso hídrico, financiero y la calidad del agua para consumo humano.

Los grupos organizados a nivel comunal, normalmente determinan las necesidades de desarrollo existentes en su vecindario. Con este fin realizan reuniones, charlas y talleres para identificar la problemática existente, así como las alternativas de solución.

Cabe señalar que en algunos casos, se organizan, en el marco de un proceso conducido formalmente. Lo anterior implica la elaboración de un diagnóstico así como la conformación de una junta directiva, la cual representa los intereses de la población.

A través del proceso de participación ciudadana, los grupos comunales se ponen de acuerdo para conocer, identificar y generar posibles soluciones a la problemática de agua y alcantarillado existente en sus comunidades. Para que las soluciones sean sostenibles, se debe tomar en cuenta los recursos humanos, materiales económicos y técnicos que tienen la comunidad y sus habitantes.

2.3.3 Conformación de una ASADA (AyA,2008)

Según se mencionó anteriormente, en el pasado se estableció como estrategia primordial, la construcción de acueductos a través del fomento de la participación activa de las comunidades para atender las necesidades de suministro de agua potable en las comunidades rurales. Posteriormente, estas obras se delegaban a los Comités de Acueductos Administradores de Acueductos Rurales (CAARs).

Debido a las dificultades presentadas en la sostenibilidad de la operación y mantenimiento de las obras construidas, el AyA creó el concepto de ASADA, con el fin de mejorar la gestión del recurso hídrico en las zonas rurales.

Para conformar una ASADA se debe seguir una serie de pasos que se resumen a continuación:

- Solicitar asesoría y visto bueno del AyA.
- Dar a conocer a los vecinos sobre el procedimiento de constitución de la ASADA.
- Realizar censo de la población
- Convocar y solicitar a los propietarios de previstas que asistan a la asamblea.
- Leer los estatutos que regirá los destinos de la ASADA.

- Elegir la junta directiva y contratar un abogado para que inscriba la ASADA ante el Registro de Asociaciones.

Entre el ámbito de acción y las responsabilidades de las ASADAS que están contemplados en el Reglamento de ASADAS, principalmente se encuentran:

- Administrar, operar, reparar y proteger todos los bienes destinados a la prestación de servicios de los sistemas que administran.
- Cumplir con los trámites de inscripción de la asignación de los caudales y fuentes de abastecimiento por medio del AyA y mantener un programa y registro permanente de aforos de las fuentes.
- Otorgar servicio público, eficiente, igualitario y oportuno a sus usuarios.
- Rendir informes periódicos a la comunidad con relación a la operación, mantenimiento y desarrollo de sistemas.
- Solicitar al AyA asesoría técnica, legal, financiera, organizativa y cualquier otra necesaria para la correcta gestión de los sistemas.
- Contar con autorización del AyA en el caso de realizar mejoras o ampliaciones a los sistemas.
- Efectuar vigilancia y control de la calidad del agua.
- Mantener planos actualizados de los sistemas y un catastro de usuarios.

La conformación de ASADAS permite que mediante el apoyo del AyA, una gran cantidad de acueductos rurales cumplan con la meta de llevar agua potable a las zonas más alejadas de la periferia. Lo cual es importante, ya que si bien es cierto que Costa Rica ha logrado importantes avances en materia de acueductos y alcantarillados en sus zonas urbanas, mantiene como gran desafío apoyar el desarrollo de la infraestructura necesaria a nivel rural.

2.3.4 Administración, operación y mantenimiento (Asamblea Legislativa, 2005).

La administración de la ASADA es responsabilidad de los miembros de la junta directiva de la misma pero bajo la supervisión de la correspondiente Dirección Regional del AyA, esto con el fin de asesorar a la asociación en aspectos tales como la administración, operación,

mantenimiento y desarrollo del sistema. Aunado a lo anterior, las Direcciones Regionales deben emitir informes mensuales sobre las labores de fiscalización a la Dirección de Sistemas Comunales.

El Laboratorio Nacional de Aguas del AyA debe realizar el control de calidad de agua para las ASADAS ya que éstas deben cumplir con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable. De igual forma, las ASADAS deben efectuar la vigilancia de todos los aspectos relacionados con la calidad y aprovechamiento del recurso hídrico, esto incluye la preservación de las fuentes y la concientización de sus abonados para cuidar el agua.

Por otro lado, en el aspecto financiero las ASADAS deben ajustarse a la regulación tarifaria indicada por ARESEP, en la cual se fija techos tarifarios que en la medida de lo posible permitan brindar un servicio sostenible que cubra los costos de operación, administración y mantenimiento del acueducto.

En el caso de proyectos de inversión, cuando una ASADA requiere infraestructura esta puede utilizar sus propios recursos para el desarrollo de proyectos pero debe tramitar la autorización ante la Dirección de Obras Rurales del AyA, así como cualquier gestión de endeudamiento o garantía de préstamos necesarios para el sistema.

Además, la ASADA debe elaborar un presupuesto anual que contemple la operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas y enviar una copia a la Dirección Regional correspondiente.

CAPÍTULO III: POTABILIZACIÓN DEL AGUA

3.1 Procesos de potabilización

El agua es una importante transmisora de algunos organismos que provocan enfermedades entre las personas, es por esto que a lo largo del tiempo el ser humano se ha preocupado por liberar de cuerpos patógenos al agua que utiliza tanto para beber y para el uso cotidiano como para los procesos que se llevan a cabo en las industrias.

El objetivo primordial de la desinfección es inactivar los microorganismos causantes de enfermedades en los humanos, y de esta manera minimizar la probabilidad de transmisión hídrica de enfermedades tales como shigelosis (disentería o diarrea aguda), salmonelosis, cólera, hepatitis infecciosa, tifoidea, entre otras.

Garantizar que el usuario reciba agua apta para su consumo implica reducir las posibilidades de que ésta se contamine, o bien, el nivel de contaminación que pueda tener no perjudique la salud humana. Dado lo anterior, se busca mejorar la seguridad del agua mediante la implementación de elementos que protejan las fuentes, la realización de las operaciones de tratamiento y la distribución por medio de tuberías capaces de transportar el agua tratada.

La contaminación fecal es la que produce mayor preocupación cuando se revisa la calidad del agua, ya que esta puede ocasionar la proliferación de enfermedades transmitidas por el agua. Por tanto, es importante verificar la inocuidad del agua para consumo humano, debido a la cantidad de personas que pueden resultar enfermas por causa del agua contaminada en un tiempo relativamente corto.

Para garantizar sistemáticamente la inocuidad del agua de consumo y proteger la salud pública, debe prestarse atención especial a la aplicación de un marco para la seguridad del agua y de planes de seguridad del agua. Para gestionar la inocuidad microbiana del agua para consumo es preciso: a) evaluar el conjunto del sistema, para determinar los posibles peligros a los que puede estar expuesto; b) determinar las medidas de control necesarias para reducir o eliminar los peligros y realizar un monitoreo operativo para garantizar la eficacia de las barreras del sistema, y c) elaborar planes de gestión que describan las medidas que deben adoptarse en circunstancias normales y si se producen incidentes.(OMS,2006).

Con el fin de eliminar o reducir las posibilidades de transmitir las enfermedades hídricas, se realizan diversos tratamientos al agua y entre ellos, se desinfecta.

En Costa Rica, el desinfectante utilizado en la potabilización del agua es cloro en diversas presentaciones gracias a su capacidad biocida, su bajo costo y el buen efecto residual que presenta. El efecto residual se refiere a asegurar que exista cloro libre en todos los puntos de la red de distribución de agua, ya que el hecho de encontrar cloro en el agua demuestra que no se ha introducido materia orgánica y probablemente tampoco microbios que consuman el cloro después del tratamiento.

El tipo de tratamiento de potabilización requerido por el agua, depende en gran medida de la calidad de la fuente de la cual se obtenga la misma. El proceso de potabilización incluye varios procesos unitarios que ayudan a eliminar los distintos elementos que puedan ser indeseables en el agua para consumo humano.

Los consumidores evalúan la calidad del agua inicialmente con base en sus características organolépticas, principalmente su olor, color y sabor. El agua captada puede contener impurezas de varios tamaños que afectan las características mencionadas anteriormente, Es por esto, que el tratamiento que se elija realizar al agua consiste en varios procesos que buscan eliminar desde las partículas de mayor a las de menor tamaño, esto es, desde simples restos de vegetación hasta virus y bacterias.

Generalmente, el agua para consumo humano se obtiene ya sea, de fuentes superficiales o subterráneas. Las plantas de tratamiento comúnmente se utilizan para tratar el agua de las fuentes superficiales, ya que ésta puede contener mayor cantidad y variedad de elementos que deban eliminarse. Mientras que, el agua subterránea por lo general solamente requiere de desinfección.

Dado lo anterior, cuando el agua se toma de una fuente superficial el primer proceso de tratamiento es el **cribado y el desarenador**, en el cual se excluyen las partículas sólidas más grandes tales como troncos, hojas, ramas, arena y la basura que haya sido arrojada aguas arriba de la toma.

El **cribado** consiste en un sistema de rejillas, las cuales deben ser capaces de retener las partículas sólidas de mayor tamaño. Es importante, hacer una separación de estos objetos para evitar que se vean afectados los procesos posteriores.

Seguidamente, el **desarenador** separa las partículas del rango de tamaños de las arenas. Generalmente consiste en un tanque en el cual la velocidad del agua es baja y por tanto permite el asentamiento de las partículas, separándolas del agua para lograr una mejor eficiencia en procesos siguientes y además, evitar que resulten dañadas algunas partes mecánicas de la planta potabilizadora.

Ahora bien, el agua turbia contiene partículas muy pequeñas que se sedimentan en un corto tiempo. "A fin de remediar esto se agrega un producto químico para coagular/flocular las partículas pequeñas, llamadas coloides, en otras más grandes susceptibles de asentarse en tanques de sedimentación o separarse de manera directa en un filtro". (Glynn, J. y Heinke, G.,1999 (página 396)). Los procesos descritos anteriormente, se denominan **coagulación y floculación**.

Para la coagulación, existen varios productos tales como el sulfato de aluminio, cloruro de aluminio/policloruro de aluminio, aluminato de sodio, cloruros de hierro, sulfatos de hierro y algunas mezclas inorgánicas/orgánicas. No obstante, el compuesto más utilizado es el sulfato de aluminio dado que se encuentra disponible fácilmente en el mercado y a un costo razonable. Además, tiene otras ventajas como no requerir cuidados especiales para su manipulación, se presenta en forma sólida y líquida, no se modifica químicamente en el tiempo y existe pluralidad de oferentes y proveedores. (Arboleda,2000).

El coagulante se agrega al agua para provocar un proceso de desestabilización de las partículas suspendidas que reduzca las fuerzas de separación entre ellas y se logre formar un flóculo o "floc" que se pueda sedimentar más rápidamente.

Existen dos modelos de floculación, un modelo físico o doble capa que se basa en las fuerzas electrostáticas de atracción y repulsión. Igualmente está el modelo químico o también llamado "puente químico" que relaciona la dependencia de las fuerzas químicas y la superficie de los coloides.

Para que se lleven a cabo los procesos químicos antes descritos, se agrega la sustancia coagulante y se aplica una mezcla rápida. Asimismo, para que los flóculos se formen se debe promover que las partículas entren en contacto y por esto en los floculadores se disminuye la velocidad a la cual transita el agua.

Los floculadores de tipo hidráulico pueden ser verticales u horizontales. La mezcla lenta se imparte mediante un diseño hidráulico conveniente, después de haber seleccionado en el laboratorio los parámetros que el agua requiere para formar un buen flóculo. La unidad se compone por canales o compartimientos, con interconexiones convenientemente ubicadas, a través de las cuales el agua se confina el tiempo necesario, con una intensidad de agitación gradualmente decreciente, para optimizar la formación del flóculo.(Arboleda,2000).

La diferencia entre un floculador horizontal y uno vertical se encuentra en la dirección del flujo. En la Figura 5 y Figura 6 se muestra un ejemplo de un floculador vertical y uno horizontal.

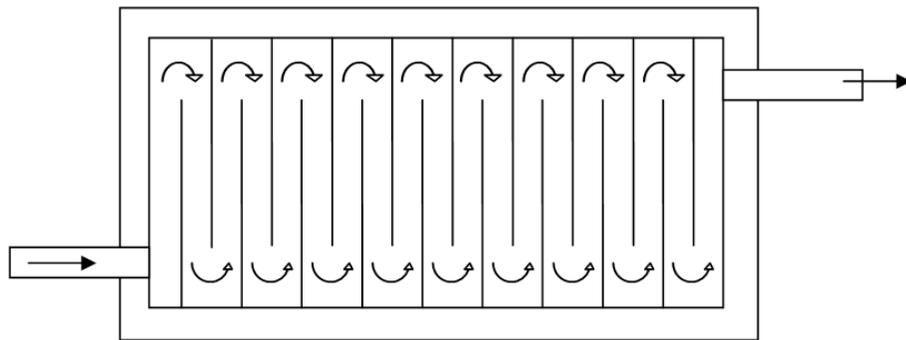


Figura 5. Floculador horizontal (planta)

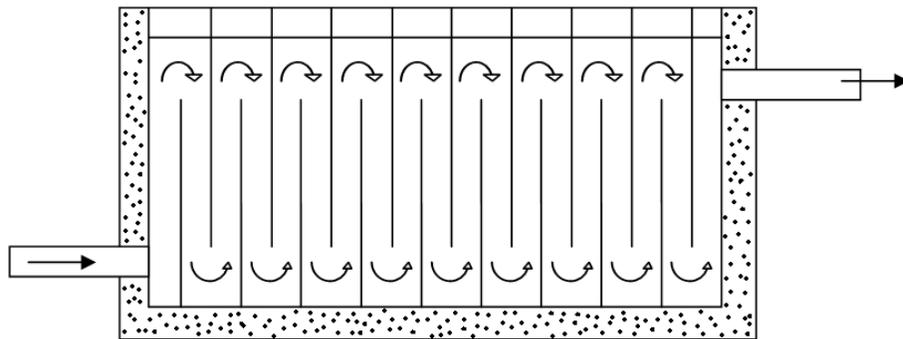


Figura 6. Floculador vertical (elevación)

La cantidad necesaria de coagulante se encuentra mediante la prueba de jarras, en la cual se usan diferentes dosis de coagulante para hallar el mayor porcentaje de remoción de la turbiedad. En la Figura 7 se muestra el equipo utilizado en la prueba de jarras, además se pueden ver los flóculos que se forman al agregar el coagulante al agua turbia.



Figura 7. Equipo para la prueba de jarras.

Fuente.Acondaqua,2011

El siguiente paso en el proceso de potabilización del agua es la **sedimentación** de los flóculos formados anteriormente para conseguir de esta manera eliminar las partículas de mayor tamaño y disminuir los sólidos suspendidos que serán eliminados por los filtros. Sin embargo, cuando la turbidez es baja se realiza la filtración sin previa sedimentación (filtración directa).

El agua que contiene materia particulada fluye con lentitud a través de un tanque de sedimentación, y de esta manera se retiene el tiempo suficiente para que las partículas más grandes se asienten en el fondo antes de que el agua clarificada salga del tanque por un vertedero en el extremo de salida. Las partículas que se han sedimentado en el fondo del tanque se extraen de forma manual o por medio de raspadores mecánicos para descargarse en el local con vistas a su posterior tratamiento o eliminación.(Glynn, J. y Heinke, G.,1999 (página 398)).

Ahora bien, una vez que el agua ha pasado por el sedimentador, las partículas que aún se encuentran en suspensión deben eliminarse por medio de filtros. La **filtración** es otro proceso de separación de sólidos del agua, fundamentado en el paso de una mezcla sólido-líquido a través de un medio más o menos poroso, el cual retendrá los sólidos permitiendo el paso al líquido.(Marín,R.,2003).

En la construcción de filtros generalmente se utilizan capas de material granular con distintas granulometrías como medio filtrante, las capas o camas se acomodan desde las de menor tamaño de partícula en la parte superior del filtro hasta las de mayor tamaño en la parte inferior, tal como se muestra en la Figura 8.

El número de camas y el material con el cual se construya el filtro depende del diseño que se realice. El objetivo primordial del filtro es captar las partículas suspendidas en el agua cuando ésta pasa a través del mismo, dado que las partículas que provocan la turbiedad se van adhiriendo a los granos que componen el filtro éste se va obstruyendo y disminuye la capacidad para retener partículas. Por tanto, debe realizarse un retrolavado que consiste en inyectar agua en el sentido contrario al flujo normal a una velocidad mayor a la que se presenta en el funcionamiento regular del sistema.

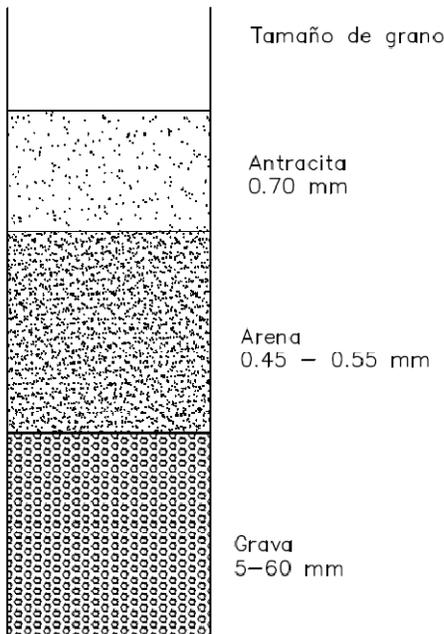


Figura 8. Lecho de filtro de medio dual antracita/arena

Fuente. Arboleda,2000

El filtro debe lavarse cuando el control de turbiedad a la salida del sistema no cumpla con los valores establecidos, se lava haciendo circular el agua en sentido contrario, eliminando las partículas de suciedad adheridas a las partículas granulares de manera que sean arrastradas por el flujo hasta el sistema por el cual se desechan.

Finalmente, el agua se **desinfecta** con el fin de dejarla libre de microorganismos patógenos para el ser humano. Este proceso unitario es importante porque tanto los procesos de sedimentación como el de filtración no eliminan la totalidad de las partículas contaminantes, por ende para garantizar que el líquido no cause peligro a la salud de los consumidores, se aplica un desinfectante.

3.2 Métodos de desinfección

Para la inactivación de bacterias se han utilizado diversos desinfectantes a lo largo de la historia. Se ha encontrado que desde los tiempos de las civilizaciones antiguas, los habitantes se dieron cuenta que el agua debía tratarse antes de ser consumida. Por tanto, el agua se desinfectaba por ejemplo con filtros de carbón y con elementos como el cobre y la plata.

La desinfección del agua significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. La destrucción y/o desactivación de los microorganismos supone el final de la reproducción y crecimiento de estos microorganismos. Si estos microorganismos no son eliminados el agua no es potable y es susceptible de causar enfermedades.(Glynn, J. y Heinke, G.,1999).

Siendo el agua una potencial transmisora de enfermedades, es importante garantizar que el desinfectante que se aplique tenga la capacidad de inactivar los microorganismos que causan enfermedades como la poliomelitis, amibiasis, cólera, hepatitis infecciosa, fiebre tifoidea y diarrea, entre otras. Algunos de los microorganismos que causan dichas enfermedades solamente necesitan una dosis baja para provocar malestares en la salud, por ende se debe tener claramente definida la cantidad de desinfectante necesaria para potabilizar el agua con el fin de lograr de forma efectiva la inactivación de los microorganismos patógenos.

La desinfección del agua se realiza mediante formas físicas y químicas. Es importante que el desinfectante mantenga un efecto residual en el agua después de ser aplicado a ésta con el fin de que se mantenga como agente activo después de la desinfección para prevenir el crecimiento de microorganismos.(Glynn, J. y Heinke, G.,1999).

El único desinfectante que ofrece mantener un efecto residual es el cloro en sus diversas presentaciones.

Según Arboleda, entre los factores que influyen en la desinfección se pueden citar:

- Relación concentración-tiempo
- Temperatura
- Potencial hidrógeno (pH)
- Número y tipo de organismo

La relación entre el tiempo de contacto y la concentración del desinfectante define la rapidez con la cual los organismos van a ser destruidos. Según el tiempo de contacto y la concentración sean mayores el desinfectante tendrá un poder bactericida mayor. Asimismo, la temperatura y el potencial de hidrógeno (pH) también juegan un papel importante, ya que; generalmente el desinfectante tiene su máxima efectividad en un cierto rango de temperaturas y valores de pH.

El número y tipo de organismos presentes también influye en el proceso de desinfección. Por ejemplo, hay bacterias, virus y parásitos más resistentes que otros al efecto de los desinfectantes, entre ellos la E.Coli. Además se debe tomar en cuenta el tipo y cantidad de minerales que contenga el agua en cuestión. Por ende, es de gran relevancia la combinación de los parámetros antes mencionados durante la escogencia del tipo de desinfección que se va a utilizar.

Aparte de los parámetros antes mencionados, se deben tener en cuenta otros aspectos del sitio en el cual se va a colocar el sistema de desinfección tales como la disponibilidad de energía eléctrica, infraestructura existente, disponibilidad del desinfectante en el mercado y costos de operación y mantenimiento.

La escogencia del desinfectante conlleva un análisis de los parámetros descritos anteriormente. Asimismo, es importante mencionar que el uso de productos químicos para la desinfección genera subproductos. No obstante, se busca que la cantidad y concentración de dichos subproductos no causen daño a la salud y se puede afirmar que el efecto nocivo de los mismos es muy pequeño en comparación con los beneficios que conlleva la desinfección.

Entre los desinfectantes y métodos de desinfección más comunes se encuentran el cloro gaseoso, el ozono, los rayos ultravioleta, hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio y yodo.

Según se enuncia en las Guías para la Calidad del Agua, la **radiación ultravioleta (UV)** para el tratamiento del agua potable se ha restringido normalmente a instalaciones pequeñas o medianas. En el equipo, la radiación UV se emite por medio de una lámpara de arco de mercurio de baja presión, tiene actividad biocida a longitudes de onda de 180 a 320 nm. Puede utilizarse para inactivar protozoos, bacterias, bacteriófagos, levaduras, virus, hongos y algas. La turbidez del agua puede inhibir su desinfección mediante radiación UV. Es importante mencionar, que la radiación UV cuando se aplica junto con ozono, puede ejercer una potente acción catalizadora de reacciones de oxidación.

La radiación ultravioleta actúa sobre la pared celular de los organismos destruyendo el material genético y de esta manera la célula queda incapacitada para reproducirse. Este método generalmente se aplica en sistemas de potabilización entre pequeños y medianos y entre sus ventajas se pueden citar el corto tiempo de contacto requerido, no se producen subproductos residuales tóxicos ya que no utilizan oxidantes químicos y el equipo es fácil de operar y mantener. Por otra parte, entre sus limitaciones se encuentran que, no es efectivo para inactivar *Giardia lamblia* o *Cryptosporidium*, además debe utilizarse cuando el agua no tenga un alto nivel de sólidos suspendidos, color o materia orgánica soluble puesto que éstos pueden absorber o reaccionar con los rayos ultravioleta y por ende se reduce el rendimiento de la desinfección.

Ahora bien, el **ozono** es una sustancia que está compuesta por una molécula de tres átomos de oxígeno (O₃), el cual es un poderoso agente oxidante y desinfectante. El mismo se puede formar haciendo pasar aire seco a través de un sistema de electrodos de alto voltaje y el ozono producido se hace burbujear en el agua para que se disuelva en ésta.

La eficacia del ozono depende del tiempo de contacto, la concentración y de la cantidad de materia orgánica que contenga el agua que va a ser tratada. La materia orgánica es una gran consumidora de oxígeno y ozono, por tanto ésta debe tenerse muy en cuenta para calcular la dosis de ozono que asegure la desinfección del agua, pues mientras más cantidad de materia orgánica contenga el agua, mayor será la cantidad de ozono necesaria para el tratamiento.

De igual manera, el equipo de producción de ozono, la temperatura del agua y la agitación de la misma durante la inyección del ozono influyen la eficiencia del tratamiento. Cuando la temperatura del agua es baja se obtienen mejores resultados en la acción germicida del

ozono, ya que cuando la temperatura del agua es alta el ozono se volatiliza por lo que disminuye su concentración.

Entre las ventajas del uso del ozono se pueden citar, que requiere un tiempo de contacto más corto que el cloro y que no produce materiales orgánicos halogenados a menos que se encuentre presente el ion bromuro. No obstante, el ozono es un gas inestable y requiere el uso de un desinfectante adicional que mantenga un efecto residual en el agua.

Actualmente, En Costa Rica y el mundo, la desinfección con **cloro** es ampliamente utilizada debido a las ventajas que ofrece. En general es fácil de aplicar, es muy eficiente, tiene un bajo costo, se encuentra fácilmente en el mercado y deja un efecto residual en el agua que dificulta que se contamine nuevamente. Sin embargo, es corrosivo, puede formar subproductos posiblemente peligrosos para la salud y producir un sabor desagradable en el agua.(Arboleda,2000).

El cloro se puede encontrar en presentaciones de diferentes tipos de compuestos, tales como cloro gas, hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio.

El **cloro gaseoso** se aplica por solución al vacío o por alimentación directa. La cloración por solución al vacío consiste en preparar primero la solución en una pequeña cantidad de agua y luego inyectarla al flujo de agua que se desea tratar. Mientras que, en la cloración por alimentación directa se añade el cloro gaseoso directamente al agua.

El cloro es un elemento tóxico, el mismo se almacena en un contenedor a alta presión en el cual se encuentra en estado líquido (Figura 9). Para combinar el cloro con el agua, en el método de cloración por solución al vacío éste se hace pasar por una válvula para crear una subpresión que hace que el cloro circule a una presión inferior a la atmosférica. Mientras que, en la cloración por alimentación directa se utiliza la presión del cilindro para extraer el cloro y éste se hace pasar por una válvula reguladora de presión y se inyecta a la tubería por medio de un difusor.(AyA,2000).

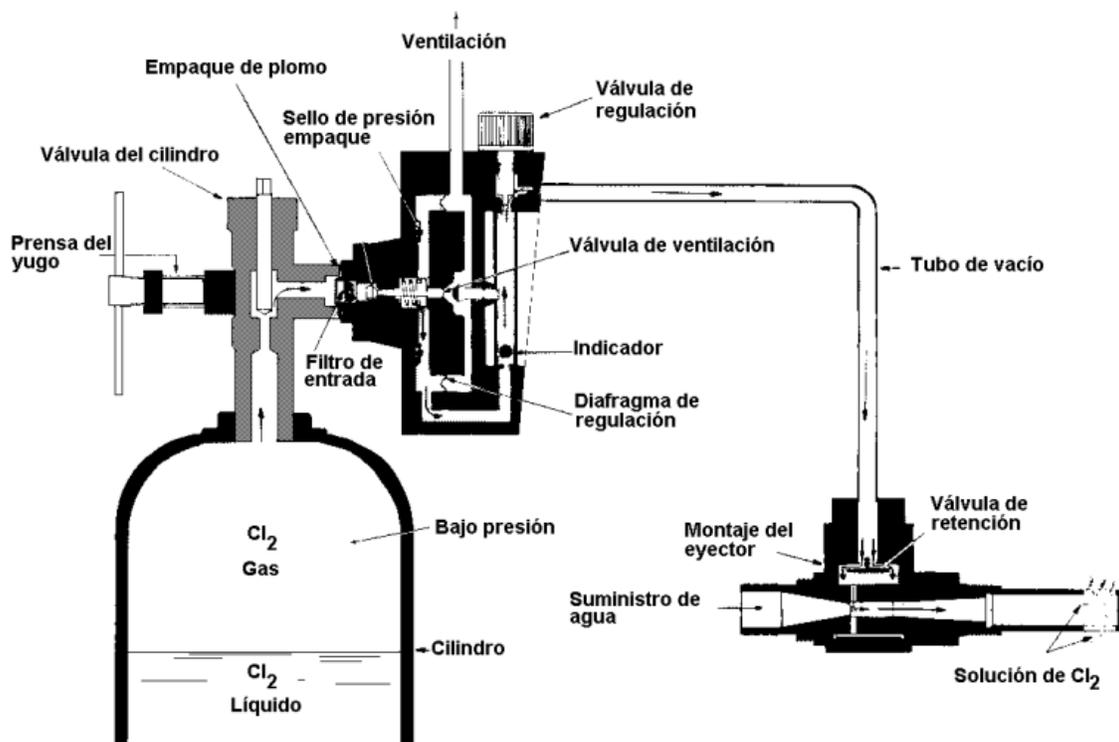


Figura 9. Diagrama del cilindro de cloro gaseoso

Fuente. CAPAC, 2011

El equipo básico consiste en un cilindro de cloro, un regulador de vacío montado sobre el cilindro, un inyector de cloro gas y un tanque de contacto o la tubería. En la operación de este tipo de desinfección se debe tener medidas de seguridad estrictas pues el cloro gaseoso es un poderoso oxidante e irritante de las vías respiratorias y es más pesado que el aire, por ende tiende a depositarse cerca del piso de las habitaciones.

El cilindro de cloro se debe instalar en una habitación ventilada a nivel del suelo, además de un equipo para detectar fugas de cloro o simplemente un frasco de amoníaco, compuesto que reacciona en presencia de cloro al formar una neblina. También, se debe equipar con dispositivos para primeros auxilios como máscaras antigases.

El **hipoclorito de calcio** se vende en forma de polvo o gránulos en distintas concentraciones. Se combina fácilmente con el agua y al ocurrir esto se lleva a cabo la siguiente reacción:



Ecuación 1

Asimismo el ion hipoclorito (OCl^-) reacciona con el hidrógeno y forma ácido hipocloroso.

El hipoclorito de calcio en forma granulada o en polvo se disuelve en agua en un recipiente y esta mezcla se aplica al agua que se desea desinfectar por medio de un dosificador que se ha calibrado previamente con la dosis necesaria para tratar el agua y asegurar que la misma tenga una cantidad de cloro residual (Figura 10).



Figura 10. Mezcla de hipoclorito de calcio con agua

Para calcular la dosis de hipoclorito de calcio sólido necesaria para desinfectar un volumen de agua, se utiliza la siguiente fórmula:

$$W_{cloro} = \frac{V_{agua} \times D_{agua}}{C_{cloro} \times 10}$$

Ecuación 2

Donde:

W_{cloro} : peso del hipoclorito de calcio que se agrega, gramos

V_{agua} : volumen de agua que se requiere desinfectar, litros

D_{agua} : dosis de cloro que se debe agregar, mg/l

C_{cloro} : concentración del hipoclorito de calcio en porcentaje

En Costa Rica, el hipoclorito de calcio granulado se compra en envases de 45 kg y con una concentración de 65% como se muestra en la Figura 11.

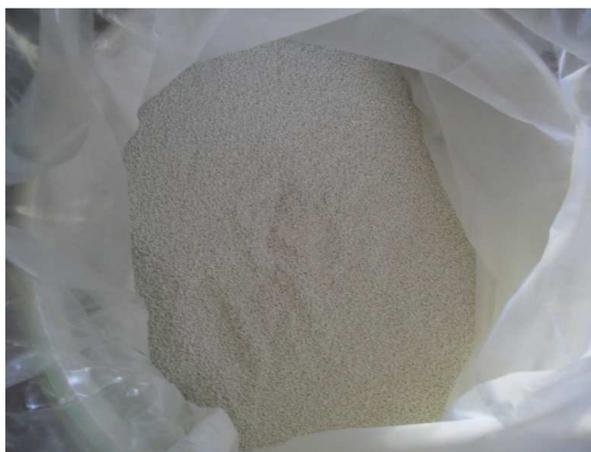


Figura 11. Hipoclorito de calcio granulado

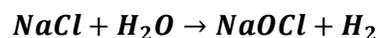
Además, el hipoclorito de calcio se puede encontrar en presentación de pastillas, las cuales se colocan en un dispositivo que permite que se vayan erosionando al entrar en contacto con el agua. En el mercado costarricense se pueden encontrar pastillas de hipoclorito de calcio con una concentración de 65% y se pueden comprar en cubetas como se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Pastillas de hipoclorito de calcio

Fuente. Hotfrog, 2011

El **hipoclorito de sodio** se genera a partir de cloruro de sodio mediante un proceso electrolítico en el cual se hace pasar corriente eléctrica durante un periodo de tiempo a una solución de sal y agua, causando la disociación de la sal (NaCl) y el agua (H_2O) además de la formación del hipoclorito de sodio y el gas hidrógeno (Ecuación 3).



Ecuación 3

Existen varias marcas de equipos para la producción de hipoclorito de sodio a partir de sal (cloruro de sodio), de éstas las más utilizadas en el país son Sanilec, Aquachlor e EasyClor. En los distintos equipos se utilizan diferentes cantidades de sal y número de horas para llevar a cabo el proceso de producción de cloro. En general, su forma de operación consta de realizar una mezcla de sal y agua en un recipiente para luego colocar una celda dentro del mismo y por medio de electricidad generar el hipoclorito de sodio (Figura 13).



Figura 13. Equipo que utiliza hipoclorito de sodio

Es importante contar con dos recipientes para la realización del hipoclorito de sodio, de esta manera mientras uno de éstos se usa en el proceso, el otro se encuentra listo para el almacenamiento del hipoclorito y para utilizarse en la desinfección del agua. Por otra parte, hay que tomar en cuenta que se pueden formar carbonatos de calcio y magnesio por causa de la dureza en el agua, por esta razón se recomienda lavar periódicamente la celda con vinagre.

La dosificación del cloro producido se realiza generalmente por goteo en el tanque de almacenamiento en un punto que permita la mezcla y el tiempo de contacto suficiente para una desinfección efectiva. En la Ecuación 4 se muestra de qué manera se calcula la cantidad de cloro líquido que debe añadirse a determinado volumen de agua para realizar la desinfección.

$$V_{cloro} = \frac{V_{agua} \cdot D_{agua}}{C_{cloro}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

V_{cloro} : cantidad de cloro que se agrega, en litros

V_{agua} : volumen de agua que se desea desinfectar, en litros

D_{agua} : dosis de cloro que se debe agregar al agua, en mg/l

C_{cloro} : concentración del producto de cloro dada por el fabricante, en mg/l

Según el Departamento de Desinfección del AyA, la dosis de cloro se calcula de acuerdo con el caudal que ingresa a los tanques, esto es 10 ml por cada 1 l/s. También, se realiza una dosificación por tanteo en la cual se hace la dosificación y se mide el cloro residual en varios puntos de la red por varios días hasta que se obtiene el residual de cloro deseado.

En el Cuadro 2 se presentan algunas ventajas y desventajas de los productos que se utilizan para la desinfección en Costa Rica.

Cuadro 2. Ventajas y desventajas de los productos de cloro utilizados en el país.

Producto	Ventajas	Desventajas
Cloro gaseoso	<ul style="list-style-type: none">• La cloración es una tecnología bien establecida.• Tiene bajo costo.• Tiene un buen efecto residual.	<ul style="list-style-type: none">• El cloro residual aún en bajas concentraciones, es tóxico a los organismos acuáticos.• El almacenamiento, el transporte y el manejo presentan riesgos cuya prevención requiere normas más exigentes de seguridad industrial.• El cloro oxida ciertos tipos de materiales orgánicos del agua residual generando compuestos más peligrosos (tales como los metanos trihalogenados)
Hipoclorito de sodio	<ul style="list-style-type: none">• Amplia y rápida actividad antimicrobiana.• Solución corrosiva pero menos peligrosa que el cloro gas.• Fácil uso.• Bajo costo.	<ul style="list-style-type: none">• Soluciones deben prepararse diariamente.• Actividad se ve reducida en presencia de iones metálicos y bajo pH.• Difícil de almacenar, se descompone.
Hipoclorito de calcio	<ul style="list-style-type: none">• Su preparación es fácil.• Bajo costo• Es muy estable	<ul style="list-style-type: none">• Es corrosivo y puede reaccionar explosivamente cuando entra en contacto con materiales orgánicos.

3.3 Cloración (Glynn y Heinke,1999)

3.3.1 Generalidades

Para asegurar que el agua está libre de bacterias perjudiciales es necesario desinfectarla. La cloración es el método más común para alcanzar este objetivo, como se mencionó antes esto se debe principalmente a las siguientes razones:

- a. Es relativamente barato.
- b. Es altamente soluble.
- c. Se encuentra disponible como gas, líquido o en forma granular.
- d. Deja un residual de cloro en solución en concentraciones que son insaboras e inocuas para consumo humano, el cual provee protección sanitaria en el sistema de distribución.
- e. Tiene una alta característica de toxicidad para los microorganismos causantes para enfermedades hídricas.
- f. Es un agente oxidante poderoso.

Tanto el cloro elemental gaseoso como el líquido reaccionan con el agua para formar ácido hipocloroso:



El ácido hipocloroso, HOCl, se disocia en iones hidrógeno (H^+) e iones hipoclorito (OCl^-) en la siguiente reacción reversible:



Los iones hidrógeno que se producen en las reacciones anteriores reducen el pH (potencial de hidrógeno) del agua. El pH del agua es muy importante para determinar el grado en que el ácido hipocloroso se disocia para producir iones hipoclorito. El ácido hipocloroso, el cual es el agente desinfectante primario, predomina a un pH menor de 7.5 y es alrededor de 80 veces más eficaz que el ion hipoclorito que predomina con un pH mayor de 7.5. El HOCl y el OCl⁻ se describen como el cloro libre disponible o residual de cloro libre. Las cualidades desinfectantes del ácido hipocloroso aumentan en grado considerable a niveles de pH bajos dada la mayor proporción de HOCl presente.

Cuando se adiciona cloro al agua, se oxida la materia orgánica y la inorgánica por igual. Por consiguiente, no todo el cloro que se agrega produce cloro libre disponible. La cantidad de cloro que reacciona con los compuestos inorgánicos (Fe⁺², Mn⁺², NO⁻² y NH₃) y las impurezas orgánicas se conoce como demanda de cloro, y es necesario satisfacerla para que se forme cloro libre disponible. La aplicación de cloro al agua hasta el punto en el cual hay cloro libre residual disponible se llama cloración hasta el punto de quiebre.

3.3.2 Fenómeno del punto de quiebre

El objetivo de la cloración al punto de quiebre es satisfacer la demanda de cloro inicial para oxidar las especies de nitrógeno y posteriormente tener únicamente cloro residual libre. Por ende, como se muestra en la Figura 14 inicialmente cuando se va aumentando la dosis de cloro también se incrementa la cantidad de cloro residual hasta el llegar al punto en el cual la curva comienza a descender, y a mayor cantidad de cloro agregado se obtiene menor residual. El valor mínimo al cual se llega en la curva es el punto de quiebre, luego el residual de cloro vuelve a aumentar.

La configuración de la curva de punto de quiebre, depende de la concentración de nitrógeno presente en el agua. De esta manera, se consideran los siguientes casos (Arboleda,2000):

1. Si no existe nitrógeno en el agua, el cloro residual aumenta proporcionalmente en forma directa al cloro aplicado y no se presenta punto de quiebre, dado que todo el cloro residual aparecería como cloro libre (HOCl, OCl⁻).
2. Si existe nitrógeno amoniacal, pero no nitrógeno orgánico, el cloro que se aplique reaccionará con el HOCl para formar monocloramina mientras exista un exceso de

amoniaco. En cuanto se alcanza la relación equimolar (1 mol de Cl por 1 mol de N), al seguir agregando cloro la monocloramina se va transformando en dicloramina. A su vez, la dicloramina va reaccionando con el exceso de cloro y produce nitrógeno y óxidos de nitrógeno o nitratos y ácido clorhídrico que no son detectados como cloro residual y que por tanto hacen que vaya disminuyendo éste a medida que la dosis de cloro va aumentando. El proceso descrito anteriormente continúa hasta que todos los compuestos de cloro y amoníaco han desaparecido, lo cual ocurre cuando no se encuentra más residual de cloro. Es entonces, cuando comienza a aparecer cloro libre según sea el pH.

Es importante mencionar, que el HOCl sólo puede existir cuando todo el NH_3 ha sido destruido.

3. Si existen proporciones apreciables pero similares de nitrógeno amoniacal combinado con nitrógeno orgánico, el cloro residual en el punto de quiebre no desaparece completamente, como en el caso anterior, sino que queda un remanente de NH_2Cl , NHCl_2 y NCl_3 . Por tanto, la concentración de cloro libre se forma después del punto de quiebre en este caso es menor que el que existe cuando sólo hay amoníaco en el agua.
4. Si la concentración de nitrógeno es apreciable y mayor que la de nitrógeno amoniacal, el cloro residual en el punto de quiebre es alto y el cloro residual libre como HOCl y OCl^- que se obtiene después del punto de quiebre tiende a ser bajo.

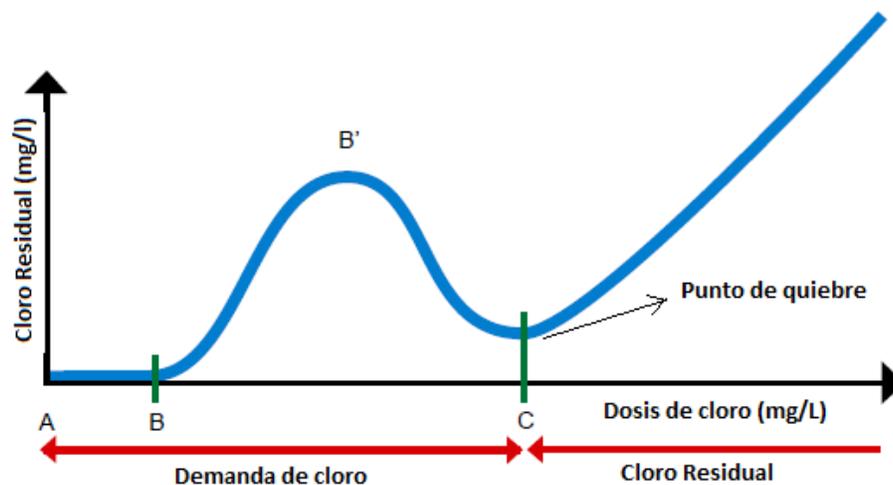


Figura 14. Evolución de la cantidad de cloro residual en función de la cantidad de cloro introducido.

Es importante mencionar, que la desinfección debe llevarse a cabo en aguas de buena calidad química con el objetivo de que la demanda de cloro sea mínima y de esta manera limitar al máximo las reacciones secundarias generadoras de subproductos. Dado lo anterior, se deben realizar pruebas sistemáticas para determinar la cantidad de cloro que se debe agregar para superar la fase de reacciones secundarias.

Los parámetros fundamentales que determinan la cantidad de cloro que se debe añadir al agua se enuncian a continuación:

- Temperatura del agua
- Tiempo de contacto
- Potencial de hidrógeno (pH)
- Contenido residual de desinfectante deseado en la red

Parte importante del proceso de desinfección es asegurar que exista siempre una cantidad satisfactoria de cloro residual, esto con el fin de evitar en la medida de lo posible la recontaminación del agua en algún punto de la red. En algunas redes largas, se puede tener la dificultad de mantener la cantidad adecuada de cloro residual en todos los puntos, por tanto puede ser necesario fraccionar la dosificación de cloro.

3.3.3 Eficiencia de la cloración en la destrucción de microorganismos

Según Arboleda, el cloro actúa en concentraciones muy bajas (entre 0.1 y 2.0 mg/l) y por ende se considera que las células de las bacterias son las más afectadas. Se cree que los compuestos clorados reaccionan con los grupos sulfhídricos presentes en las enzimas celulares paralizando el proceso metabólico de oxidación de la glucosa y en especial interfiriendo en la transformación del ácido triosefosfórico en ácido fosfoglicérido, con lo que la actividad enzimática de la célula queda irreversiblemente destruida.

Asimismo, se conoce que 0.1 mg/l de cloro libre es suficiente para matar en 15 a 30 minutos todas las especies de *Escherichia coli* y se necesita más cloro para matar estas bacterias coliformes que para eliminar la *Salmonella tifosa*. Es por esto, que al eliminar las bacterias coliformes se tiene certeza de que se ha acabado con las bacterias patógenas.

En el caso de los protozoarios como las *amibas*, *giardia lamblia* y *criptosporidium* que son más resistentes que las bacterias, se requiere mayores dosis de cloro y/o tiempos de contacto para la inactivación de los protozoarios. Generalmente, los protozoarios antes mencionados se pueden remover en los procesos de filtración.

Ahora bien, las especies de virus que se pueden encontrar en el agua tienen diferentes sensibilidades al cloro. Mientras hay algunos que pueden eliminarse con relativa facilidad, existen otros que permanecen en el agua resistiendo el efecto del desinfectante. No obstante, es realmente baja la concentración de virus que podría presentarse en el agua.

3.4 Parámetros de calidad del agua

En Costa Rica, la normativa que regula la calidad del agua se establece en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Dicho reglamento se creó con el fin de establecer niveles máximos permitidos para aquellos parámetros o características organolépticas, físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua que puedan ser riesgosas para la salud de los consumidores.

El nivel de control de calidad del agua requerido de acuerdo con el reglamento, depende de la población abastecida por el acueducto, aumentando la cantidad de parámetros que se necesitan medir mientras mayor sea la población. Los acueductos analizados en el presente estudio requieren cumplir con el nivel uno que dicta el reglamento, puesto que abastecen poblaciones con una cantidad de habitantes menor a 2000. Los indicadores a revisar en este nivel son: coliformes fecales, *Escherichia coli*, color aparente, turbiedad, olor, sabor, temperatura, pH, conductividad y cloro residual libre o combinado.

Coliformes fecales

Un importante parámetro para evaluar la calidad del agua para el consumo humano es la presencia de bacterias coliformes. Éstas, se encuentran presentes en el ambiente por medio de las heces de humanos y animales y además son indicadoras de la presencia de microbios potencialmente patógenos, por tanto son un índice de deficiencia sanitaria en el agua. Dado

lo anterior, la eliminación de coliformes es relevante ya que la ingestión de agua contaminada por coliformes incrementa el riesgo de contraer enfermedades provocadas por los mismos.

Los organismos patógenos entre los cuales se encuentran los coliformes que pueden hallarse en el agua, son los causantes de diversas enfermedades. Entre los organismos más comunes se encuentran:

- Bacterias que causan diarrea y vómitos.
- Protozoarios que causan disentería.
- Virus que causan polio y hepatitis.
- Helmintos, como los gusanos redondos o lombrices y los planos que causan diarrea crónica.

Para que el agua sea apta para consumo y se minimicen las posibilidades de contagio de las enfermedades descritas anteriormente, el reglamento dicta los siguientes valores recomendados y admisibles, además de la unidad de medida en la cual se miden los coliformes fecales.

Unidad: NMP/100 mL (número más probable de bacterias en 100 mL de líquido)

Valor recomendado: Ausente

Valor máximo admisible: Ausente

Escherichia coli

La *Escherichia coli* es un tipo de coliforme que se encuentra frecuentemente en los intestinos de animales y humanos. Esta bacteria puede producir enfermedades intestinales como la diarrea y se puede encontrar en agua contaminada, por tanto es importante medir este tipo de microorganismos.

Para considerar al agua libre de este tipo de bacteria, se realizan las mediciones correspondientes y se comparan los resultados con los valores dictados por el reglamento.

Unidad: NMP/100 mL (número más probable de bacterias en 100 mL de líquido)

Valor recomendado: Ausente

Valor máximo admisible: Ausente

Color aparente

El color del agua se debe principalmente a la materia en suspensión y diluida. El agua se puede colorear debido a la presencia de elementos naturales tales como hierro y manganeso y/o materia vegetal.

En el tratamiento del agua, el color juega un papel importante ya que aunque éste no necesariamente indica que el agua se encuentra contaminada o no sea potable, la presencia de alguna tonalidad distinta a la transparencia en el agua genera repulsión en los consumidores y por ello, se realizan los correspondientes controles de este parámetro para compararlos con los aceptables por la norma.

Unidad: U-Pt-Co (Unidades de platino-cobalto)

Valor recomendado: 5 U-Pt-Co

Valor máximo admisible: 15 U-Pt-Co

Turbiedad

La turbiedad se asocia a la reducción de la intensidad de la luz que pasa a través del agua y se relaciona con la materia suspendida y coloidal que contiene la misma. La remoción de la turbiedad es importante ya que para los consumidores es aceptable el agua cuando ésta se encuentre libre de sustancias que le provoquen una alteración en su transparencia característica. Además, el agua sin turbiedad permite una mayor eficiencia en el proceso de desinfección.

Los requerimientos del reglamento son los siguientes:

Unidad: UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad)

Valor recomendado: <1

Valor máximo admisible: 5

Olor

El olor es una propiedad organoléptica, una sensación que resulta de la recepción de un estímulo por medio del sistema sensorial del olfato. El olor en el agua provoca rechazo por parte de los consumidores y por tanto se trata de eliminar. El olor en el agua se puede deber a la presencia de materia orgánica e inorgánica, algunos metales disueltos como el hierro, entre otros.

El olor se mide por medio de la percepción y el reglamento exige que sea aceptable, el agua debe ser un líquido inodoro.

Sabor

El sabor está asociado con las sensaciones detectadas por el sentido del gusto y el olfato. El agua debe encontrarse libre de sabor para ser considerada aceptable por los consumidores. El sabor se identifica por medio de una prueba de gusto y para cumplir con el reglamento, éste debe ser aceptable.

Temperatura

En el país, la variación de temperatura entre la época lluviosa y la época seca no genera cambios importantes para el agua potable, sin embargo; la temperatura es un parámetro de control que se encuentra normado ya que es importante en algunos procesos de tratamiento y en la medición de otros parámetros que se encuentran asociados a la temperatura y por tanto se ven afectados con su cambio.

Unidad: °C (grados Celsius)

Valor recomendado: 18

Valor máximo permisible: 30

Potencial de Hidrógeno (pH)

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. Éste se representa por la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en algunas sustancias y se enuncia en forma matemática como:

$$H = -\log_{10}[a_{H_3O^+}] \quad \text{Ecuación 7}$$

El pH generalmente va de 0 a 14 en disolución acuosa y se designa como soluciones básicas a aquellas con pH menores a 7 y básicas a aquellas con pH mayores a 7. El valor de pH de 7 se llama neutro. El valor de pH depende de la temperatura del agua a la que se realiza la medición.

Por otra parte, la medición de pH se considera de importancia en los procesos de coagulación, desinfección, control de dureza y corrosión. El rendimiento del proceso de desinfección con cloro se encuentra relacionado con el pH del agua tratada, esto se debe a que el cloro diluido en agua se encuentra en dos estados: como ácido hipocloroso (HClO) e ión hipoclorito (ClO^-) siendo el ácido hipocloroso el agente desinfectante. El cloro, a un pH mayor a ocho comienza a estar solamente como ión hipoclorito, lo cual genera que la desinfección no sea tan eficaz.

Unidad: valor pH

Valor recomendado: 6.5

Valor máximo admisible: 8.5

Conductividad

La conductividad mide la actividad eléctrica de los iones en disolución que contiene el agua, ésta se relaciona con la cantidad de sólidos disueltos que contenga la muestra, y su relación es, a mayor cantidad de sólidos disueltos mayor es la conductividad.

Además, la temperatura afecta la conductividad y su valor aumenta de 2% a 3% por grado celsius.

Unidad: $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro siemens por centímetro)

Valor recomendado: 400

Valor máximo admisible: no aplica

Cloro residual libre

El cloro es ampliamente utilizado para potabilizar el agua gracias a su capacidad desinfectante, bajo costo y efecto residual que mantiene en la red. El efecto residual del cloro es de suma importancia ya que el hecho de encontrar cloro en el agua demuestra que no se ha introducido materia orgánica que consumiera el cloro, y por tanto, probablemente tampoco microbios tras el tratamiento.

Unidad: mg/L (miligramos por litro)

Valor recomendado: 0.3

Valor máximo admisible: 0.6

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Situación de cobertura del servicio de agua potable en la provincia de Cartago.

Cartago se encuentra ubicada a 27 km del centro de la provincia de San José, en las coordenadas 09°48'59" latitud norte y 83°42'09" longitud oeste. Tiene una superficie de 3124 kilómetros cuadrados que se divide en 8 cantones y 48 distritos.

En la Figura 15 se muestra la distribución política de los cantones en la provincia de Cartago.

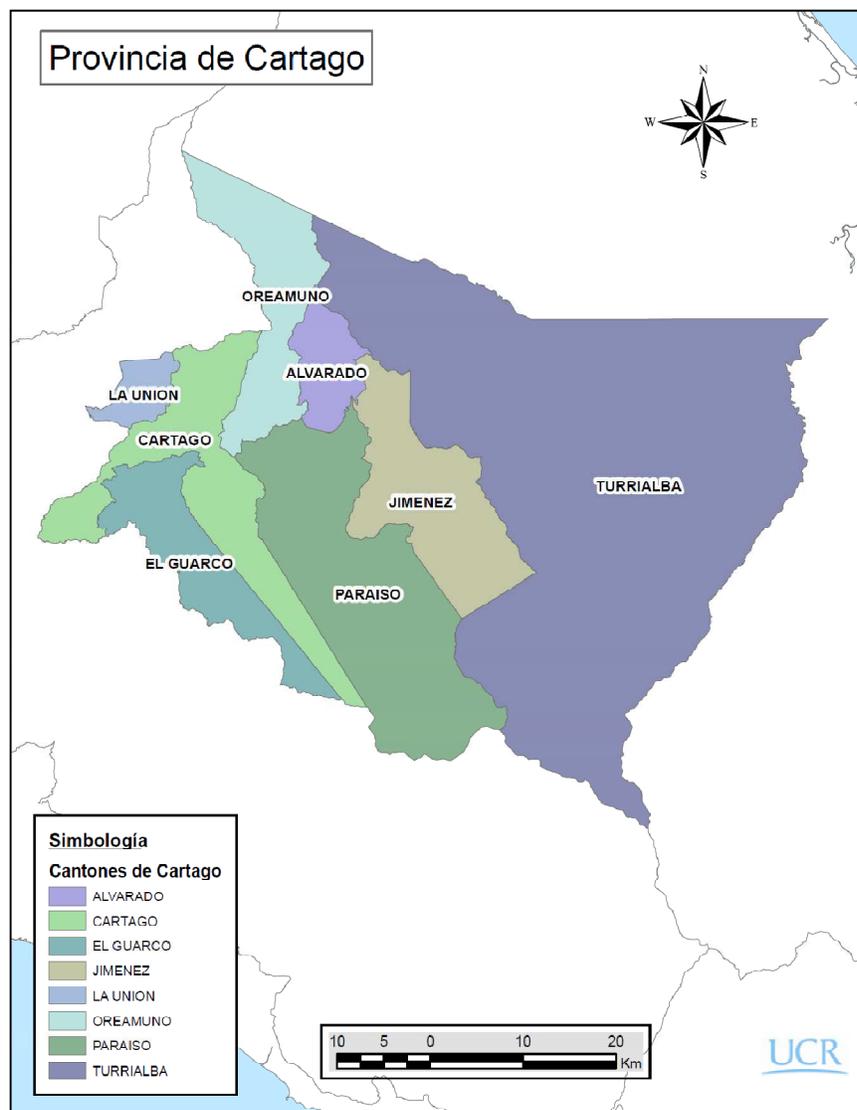


Figura 15. Mapa político de la provincia de Cartago

La investigación realizada durante este estudio incluyó a las ASADAS que tuvieron análisis de laboratorio con resultados no potables durante los últimos 2 años en los cuales se tiene registro en el LNA.

Se visitaron ASADAS en 5 cantones, 3 en el distrito de Cartago, 2 en El Guarco, 1 en Jiménez, 2 en Paraíso y 3 en Turrialba.

Al analizar las bases de datos existentes sobre las ASADAS de la provincia de Cartago, se encontró que hay 46 acueductos que tienen algún sistema de desinfección (cloración) y 122 que no lo tienen. Como se muestra en la Figura 16, el 73% de las ASADAS no aplican cloración al agua que brindan a sus abonados, mientras que solamente un 27% si lo hacen.

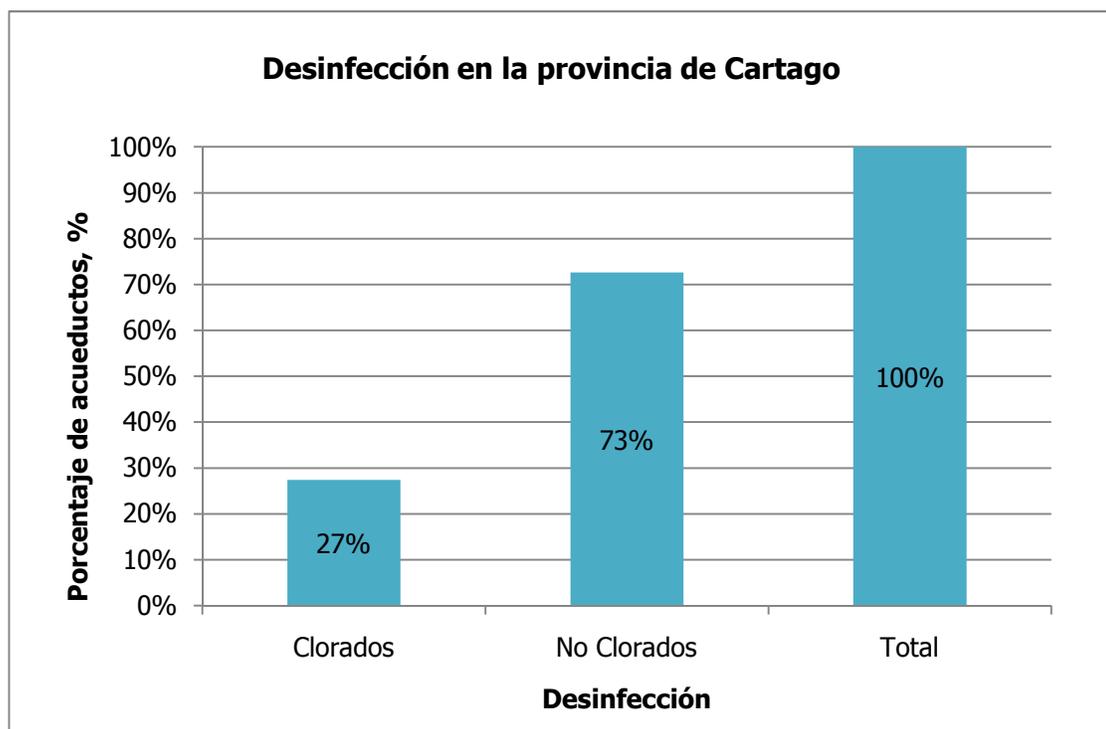


Figura 16. Estado de la desinfección en la provincia de Cartago

Ahora bien, en los cantones de La Unión y Alvarado no hay ASADAS que apliquen cloración, solamente hay una ASADA en La Unión y cuatro en Alvarado ya que en estos cantones el abastecimiento de agua se da en su mayoría por medio de las municipalidades. El cantón con

mayor cantidad de ASADAS es Turrialba, seguido por Cartago y El Guarco según se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Número de ASADAS por cantón.

Cantón	Cantidad de ASADAS
Cartago	31
El Guarco	18
Jiménez	10
Oreamuno	16
Paraíso	22
Turrialba	66
La Unión	1
Alvarado	4
Total	168

En el caso de las ASADAS que aplican cloración, al revisar los análisis de laboratorio se encontró que el cantón de Turrialba presenta la mayor cantidad de ASADAS que tienen resultados de laboratorio no satisfactorios o agua no potable, mientras que, el cantón de Oreamuno es el que tiene la menor cantidad de ASADAS con cloración y agua no potable, puesto que no presenta ninguna.

Además, del total de acueductos resultó que la mayoría abastecen con agua potable a la población con 32 acueductos de un total de 46. Sin embargo, hay 14 ASADAS que tienen problemas con calidad del agua que dan a sus abonados, ya que en los análisis de laboratorio se obtiene como resultado agua no potable.

En el Cuadro 4 y la Figura 17 se resume la calidad del agua de los acueductos clorados en los cantones de la provincia de Cartago.

Cuadro 4. Cantidad de acueductos potables y no potables por cantón.

Cantón	Potable	No potable	Total
Cartago	6	3	9
El Guarco	2	2	4
Jiménez	3	1	4
Oreamuno	3	0	3
Paraíso	6	2	8
Turrialba	12	6	18
La Unión	0	0	0
Alvarado	0	0	0
Total	32	14	46

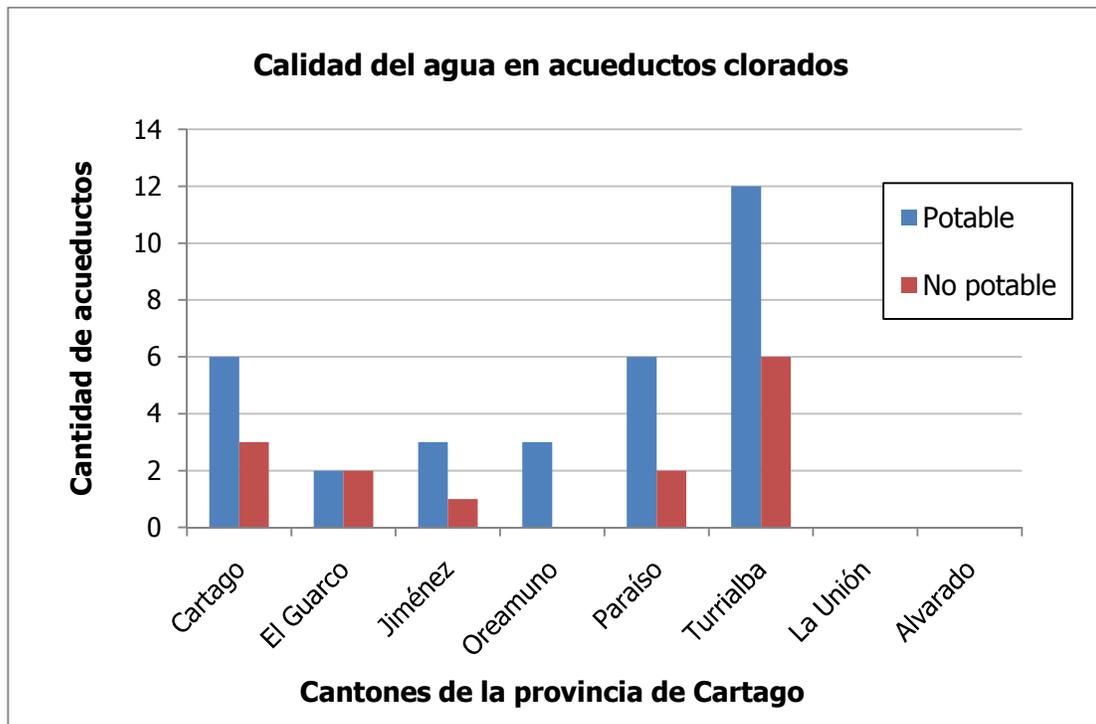


Figura 17. Calidad del agua en los cantones de la provincia de Cartago

Específicamente, en los análisis efectuados por el Laboratorio Nacional de Aguas se encontró que las 14 ASADAS que tienen problemas de calidad de agua son las que se listan a continuación:

- Bermejo de Quebradilla de Cartago.

- San Juan Sur de Corralillo de Cartago.
- Santa Elena de Corralillo de Cartago.
- Cañón de San Isidro de El Guarco.
- Tobosi de El Guarco.
- Tucurrique de Jiménez.
- Palomo de Orosi de Paraíso.
- Orosi de Paraíso.
- Alto Cruz de Turrialba.
- El Silencio, El Carmen y San Gerardo de La Suiza de Turrialba.
- Carmen Lyra de Turrialba.
- El Mora de Turrialba.
- Pacayitas de La Suiza de Turrialba.
- Santa Cruz de Turrialba.

Las ASADAS generalmente tienen sus acueductos divididos en sectores y el LNA realiza ensayos de calidad de agua para cada uno de éstos. Según se observó en los análisis, en algunas ocasiones no todos los sectores del acueducto resultaron no potables, sino que solamente alguno o algunos de éstos tienen problemas de calidad, por ende se tomó como no potable la ASADA en sí. En el Anexo 2 se muestran los resultados de los ensayos del LNA.

4.2 Visitas de campo a las ASADAS

4.2.1 Bermejo de Quebradilla de Cartago

4.2.1.1 Descripción

La ASADA de Bermejo de Quebradilla se encuentra ubicada en el cantón Cartago y el distrito de Quebradilla.

Este acueducto cuenta con cuatro nacientes que se utilizan como fuentes de abastecimiento, las mismas se conocen con los nombres de: El común 1, El común 2, El Alto del Aguacate y La Cementera. Todas se encuentran protegidas por bosque y caja de concreto.

Asimismo, existen tres tanques de almacenamiento construidos con concreto hace unos 15 años los más antiguos y el principal (El alto del Aguacate) hace 12 años, los mismos se

encuentran en buen estado y se lavan una vez al mes con cloro. Por otro lado, tanto las tuberías de la conducción como las de la red son de policloruro de vinilo (PVC) en su totalidad.

El sistema de desinfección se encuentra instalado en cada uno de los tanques, excepto en el tanque de almacenamiento llamado La Cementera que actualmente no cuenta con desinfección. En el tanque denominado El Alto del Aguacate se tiene instalado un sistema de hipoclorito de sodio y en el tanque El Común se utiliza hipoclorito de calcio granulado.

Según indica el fontanero, la dosis de cloro que aplican al agua fue dada por funcionarios del AyA y a la vez le proporcionaron una pequeña capacitación sobre el funcionamiento y el mantenimiento del equipo. La dosis utilizada para el tanque El Común y para el tanque El Alto del Aguacate se calculó midiendo el residual de cloro en varios puntos de la red hasta obtener alrededor de 0.5 mg/l. En el caso de la producción de cloro a partir del hipoclorito de calcio, se realiza una mezcla de 1 kg de producto granulado en 200 litros de agua y para el caso del hipoclorito de sodio se mezclan 7 kg de sal en 200 litros de agua.

Para revisar la cantidad de cloro residual que se encuentra en el agua dada a los abonados se realizan análisis con el comparador de cloro, y para medir la calidad del agua solamente se hacen los análisis periódicos del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA).

En el plano administrativo, la junta se elige cada tres años y se reúne una vez a la semana, además se rinde un informe de labores a la comunidad una vez al año. La ASADA cuenta con un fontanero contratado a tiempo completo que se encarga de operar y dar mantenimiento al acueducto.

Finalmente, la ASADA tiene 250 abonados y todas sus conexiones tienen micromedición, por las cuáles cobran una tarifa de 2200 colones mensuales como tarifa base, 100 colones por metro cúbico y no se cobra concepto para hidrantes. Generalmente, tiene poca morosidad de parte de los abonados y el estado financiero del acueducto revela que obtienen suficientes dividendos para hacer frente al costo de operación y mantenimiento de la ASADA. No obstante, no cuenta con suficientes ganancias como para hacer inversión en infraestructura para el acueducto.

4.2.1.2 Problemas

Según los análisis realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas, la parte del acueducto llamada El Común y el sistema no clorado (Naciente La Cementera) distribuyen agua no potable dados los resultados obtenidos durante los últimos 3 años. En los cuales, se han encontrado coliformes fecales tanto en las nacientes como en los tanques de almacenamiento y en varios puntos de la red de distribución.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- Fugas en las tuberías dado que algunas de las mismas se encuentran expuestas o colocadas a poca profundidad y resultan dañadas por el ganado, equipo o camiones pesados.
- Los tanques de almacenamiento se encuentran dentro de propiedades privadas sin cercas de protección.
- No se cobra la tarifa oficial fijada por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).
- El tanque La Cementera no tiene sistema de desinfección y debería colocarse uno en el corto plazo.
- Los recursos de la ASADA son insuficientes para realizar inversión en el sistema.
- En los análisis físico químicos realizados se encontró que el agua generalmente es un poco ácida, con un pH ligeramente más bajo que 6.5.
- No se tienen planos para el acueducto.

4.2.2 San Juan Sur de Corralillo

4.2.2.1 Descripción

La ASADA de San Juan Sur de Corralillo se localiza en el cantón de Cartago y el distrito de Corralillo.

Esta ASADA cuenta con una naciente llamada La Ortiga que se utiliza como fuente de abastecimiento, la cual tiene protección por medio de una caja de concreto y sus alrededores se encuentran cubiertos de bosque natural.

El agua captada se transporta por medio de una conducción hacia dos tanques de almacenamiento denominados Omar Navarro y Jose Valverde con una capacidad de 249 m³ y 45 m³ respectivamente, contruidos en concreto hace aproximadamente 30 años y actualmente se encuentran en buen estado. Se les da mantenimiento limpiándolos una o dos veces al año.

Las tuberías de la conducción y la red de distribución son de PVC, además tienen en su mayoría la misma antigüedad anteriormente mencionada para los tanques de almacenamiento. Presentan fugas esporádicamente y la conducción se ve afectada por derrumbes que se presentan generalmente en la época lluviosa.

La desinfección se realiza en la naciente y se encuentra a cargo de la Municipalidad de Cartago pues esta fuente también abastece a otros poblados que se encuentran a cargo de dicha municipalidad. Los encargados de la ASADA no tienen conocimiento sobre el método de desinfección utilizado y en general de los aspectos relacionados con el proceso de tratamiento realizado al agua.

Los análisis de calidad de agua se llevan a cabo cada tres meses y se encargan a un laboratorio privado además de los que hace el LNA.

La junta directiva se reúne dos veces al mes e igualmente se realiza una asamblea una vez al año para presentar el informe de labores a la comunidad. Por otro lado, se encuentra contratado un fontanero a tiempo completo durante los días de cobro y medio tiempo durante el resto del mes.

Actualmente, la cantidad de abonados es de 496 los cuales cuentan con micromedición en su totalidad. La tarifa que se cobra es de 1760 colones como tarifa base y 100 colones por cada metro cúbico, adicionalmente 12 colones por metro cúbico para la instalación de hidrantes.

El estado financiero de la ASADA evidencia que la misma cuenta con dinero suficiente para hacerse cargo de la operación y mantenimiento. Aunado a lo anterior, han logrado invertir en una nueva oficina y tienen planes a corto plazo para contratar la realización de los planos del acueducto.

4.2.2.2 Problemas

En el análisis efectuado en el año 2009 se obtuvo agua potable, sin embargo el ámbito de cloro residual estuvo por debajo del mínimo (0.3 mg/L) tanto en los tanques como en la red de distribución.

En el año 2010 no se encontró cloro residual ni en los tanques ni en la red, seguidamente el informe muestra la presencia de coliformes fecales tanto en ambos tanques como en la red de distribución.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- La cloración solamente se aplica en la fuente y cuando el agua llega a los tanques de almacenamiento no se mide la cantidad de cloro con la cual llega a los mismos con el fin de evaluar si es necesaria una segunda desinfección.
- No tienen planos del acueducto pero ya se encuentran gestionando con un equipo de ingenieros para la realización de los mismos.

4.2.3 Santa Elena de Corralillo

4.2.3.1 Descripción

La ASADA de Santa Elena de Corralillo se ubica en el cantón de Cartago y el distrito de Corralillo.

Este acueducto surge en dos nacientes llamadas Chola Cordero e Ismael Navarro que se mezclan en los tanques de almacenamiento y se encuentran relativamente cerca de la comunidad. Las mismas están en terrenos privados y protegidas por estructuras de concreto, no obstante se observa que los candados no están cerrados y la propiedad no está cercada.

Se tienen dos tanques de almacenamiento construidos con concreto y una edad aproximada de sesenta años. Aunque parecen encontrarse en buen estado, exteriormente se observan un poco descuidados y es evidente la antigüedad que tienen. El mantenimiento que reciben es una limpieza interior una vez al mes y se presentan rebalses de agua comúnmente.

Todas las tuberías son de PVC y tienen unos treinta años de estar instaladas. Dado que algunas tuberías se encuentran enterradas a poca profundidad, presentan fugas regularmente al dañarse con facilidad.

El sistema de desinfección instalado es el de hipoclorito de sodio tipo Aquachlor AC-100, en el cual se utilizan 7 kg de sal en 200 litros de agua. El fontanero del acueducto indica que el AyA le dio la cantidad de cloro que se debe dosificar, no obstante debido a las quejas de algunos vecinos por el sabor a cloro del agua se redujo la dosis sin consultar a ningún técnico. Los análisis de calidad los realiza el LNA y además reciben visitas de personas del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la Universidad de Costa Rica (UCR) que realizan análisis pero no conocen los resultados de éstos. De la misma manera, la ASADA cuenta con un equipo comparador de cloro pero casi no lo utilizan.

La ASADA tiene 210 abonados, no cuenta con micromedición y se cobra una tarifa anual de veinte mil colones al inicio del año. Se realiza una reunión una vez al mes y el mes de pago cada quince días. Hay un fontanero que labora a tiempo completo pero no recibe un salario fijo, sino que depende del estado financiero en el cual se encuentre la ASADA.

Aunado a lo anterior, el estado financiero no es bueno ya que casi no les alcanzan los ingresos para cumplir con las obligaciones monetarias, e igualmente no cuentan en la actualidad con las posibilidades para hacer planes a futuros dadas las restricciones económicas que enfrentan.

4.2.3.2 Problemas

En los dos últimos años los análisis realizados por el LNA para este acueducto resultaron uno potable (año 2008) y otro no potable (año 2010). En ambos análisis no se encontró cloro residual en el agua, puesto que no se encontraba funcionando el equipo de cloración. Sin embargo, en el año 2008 no se registró la presencia de coliformes fecales mientras que, en el análisis del año 2010 si se presentó contaminación fecal.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- Fugas en las tuberías debido a que algunas se encuentran expuestas o a poca profundidad.
- Aunque el terreno donde se encuentran las fuentes es propiedad de la ASADA, éste no se encuentra cercado y algunas de las tapas de las cajas que protegen las fuentes no tienen el candado cerrado. Asimismo, los tanques de almacenamiento no se encuentran cercados y exteriormente se encuentran sucios (con vegetación adherida al concreto).
- La desinfección no se realiza adecuadamente, ya que fácilmente cambian la dosis a criterio de los usuarios. Además, se nota que el fontanero no cuenta con capacitación.
- No se realiza el mantenimiento adecuado a la celda del equipo
- No se tienen planos de diseño para el acueducto.
- El sistema de cobro no es el adecuado ni el autorizado por ARESEP, consecuencia de esto la ASADA no tiene suficientes recursos económicos para operar y mantener el acueducto eficientemente ni para invertir en éste.
- No hay medidores.
- Rebalse de los tanques de almacenamiento en invierno.

4.2.4 Cañón de San Isidro de El Guarco

4.2.4.1 Descripción

La ASADA de Cañón se localiza en el cantón de El Guarco y distrito de San Isidro.

El acueducto inicia con la naciente llamada mezcla de nacientes El Humo la cual se encuentra protegida por una obra de concreto dentro de un bosque a unos 8 kilómetros de la comunidad.

Por la topografía del sitio, el agua de las nacientes se transporta por medio de una conducción hacia el tanque de almacenamiento Madre Selva y de éste se deriva hacia varios tanques quiebra gradientes y al tanque de bombeo. Los tanques son de concreto y se encuentran en buenas condiciones dado que son de construcción bastante reciente. Cada cuatro meses los lavan con cloro.

El acueducto fue diseñado con todas sus tuberías de PVC hace 10 años, cuenta con los planos respectivos y generalmente no tienen problemas de fugas.

El sistema de desinfección que está instalado es el de hipoclorito de sodio, en el cual se utilizan 6 kilogramos de sal en 200 litros de agua para convertir en cloro. La dosificación de cloro que se utiliza es de 80 ml/min, según indica el fontanero actual ésta se la dio el fontanero anterior y él no ha recibido ningún tipo de capacitación.

El mantenimiento que se realiza al equipo es lavar la celda electrolítica con vinagre cada vez que se termina de formar el cloro. Por otra parte, aunque cuentan con un comparador de cloro no realizan mediciones periódicas en la red de distribución a menos que algún abonado se queje por la percepción de cloro en el agua que recibe.

Como se mencionó anteriormente, este acueducto fue diseñado hace 10 años, tiene 360 abonados y todos tienen medidor. La tarifa que se cobra es de 1800 colones la tarifa base y 100 colones el metro cúbico, además en este momento no se cobra la tarifa para los hidrantes.

La junta de la ASADA realiza reuniones cada 15 días y una vez al año presenta el informe de labores a la comunidad. El estado financiero es bueno, los recursos económicos obtenidos son suficientes para realizar el mantenimiento, operación e inversión, por ejemplo, al presente se encuentran construyendo una oficina nueva.

4.2.4.2 Problemas

En los últimos tres años se han realizado dos análisis de laboratorio por parte del LNA, en el año 2007 se solamente la captación auxiliar resultó con un poco de contaminación. En los demás puntos muestreados la presencia de coliformes resultó negativa, pero la cantidad de cloro residual encontrada está en el mínimo permitido.

En el año 2009, el análisis evidenció contaminación en la captación auxiliar y en uno de los puntos de la red, por ende se consideró no potable. Asimismo, la cantidad de cloro registrada está en el límite inferior de lo permitido en el único punto que se encontró residual de cloro, mientras que en los demás puntos no se registró.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- El fontanero no cuenta con capacitación técnica para el uso del equipo de cloración.
- La cantidad de cloro residual en la red evidencia que a algunos puntos no está llegando agua clorada o con niveles bajos.

4.2.5 Tobosi de El Guarco

4.2.5.1 Descripción

La ASADA de Tobosi de El Guarco se localiza en el cantón de El Guarco y distrito de Tobosi.

Esta ASADA tiene cinco fuentes de abastecimiento, tres de ellas son nacientes: El Moral, Piusa 2, Cementerio y dos son tomas superficiales: Quebrada Antonio Vargas y Quebrada Carmen Piedra. Todas se encuentran protegidas por medio de caja de concreto, malla y se ubican dentro de una zona boscosa. Existe un filtro para las fuentes superficiales pero no opera eficientemente.

El agua de las nacientes se transporta a cinco tanques de almacenamiento de concreto llamados: Curieti, Barrio La Cruz, Nino Ortiz, Cementerio 1 y Cementerio 2, de los cuales el tanque Cementerio 1 es el más antiguo con unos 90 años, Nino Ortiz tiene 18 años, Barrio La Cruz 8 años, Curieti 12 años y Cementerio 1 tres años. Como parte del mantenimiento estos tanques se lavan una vez al mes.

Las tuberías del acueducto son en su totalidad de PVC con unos 15 años de antigüedad y usualmente presentan pocas fugas.

En cada uno de los tanques hay un sistema de desinfección de hipoclorito de sodio instalado, en los cuales se utilizan dosis suministradas por el AyA, pero dado que hay tanques de almacenamiento que se conectan entre sí se debe tener el cuidado de aplicar la dosis adecuada en los tanques puesto que al repetirse la desinfección puede correrse el peligro de mantener una cantidad de cloro más elevada de lo permitido.

El fontanero recibió una inducción sobre la operación y mantenimiento que debe dar al equipo por parte de un funcionario del AyA, también el técnico del distribuidor del equipo dio

una instrucción para el uso del mismo. En el caso de los análisis de laboratorio, además de los que realiza el LNA se encarga uno cada tres meses al ITCR.

La ASADA atiende a 1450 abonados, realiza una reunión cada 15 días con los miembros de la junta y una vez al año con la comunidad para exponer el informe financiero. La mitad de los abonados cuenta con micromedición y se cobra una tarifa de 1615 colones como tarifa base y 90 colones por cada metro cúbico aunado a 12 colones por cada metro cúbico para hidrantes. En el caso de los abonados con tarifa fija, se cobra 3500 colones y 325 colones para hidrantes.

El estado financiero de la ASADA es bueno, se tienen suficientes recursos para hacer frente a los gastos de operación y mantenimiento.

4.2.5.2 Problemas

Para el LNA la ASADA de Tobosi se divide en el sector norte y sur y centro. Según los reportes de laboratorio el sector norte y sur es el que presenta problemas de contaminación, desde el año 2008 se realizaron siete análisis, cuatro de ellos resultaron no potables y los restantes fueron potables.

De los análisis se observan diferentes situaciones que llevan a la consideración del agua como no potable, entre ellas las fuentes y uno de los tanques tienen coliformes mientras que en la red solamente uno de los puntos mostró contaminación por coliformes a pesar de que únicamente uno de los puntos tenía cloro residual.

En los resultados de laboratorio de las fechas siguientes se observa un aumento de los puntos muestreados que resultaron positivos en la presencia de cloro residual, muestras negativas por coliformes en los tanques de almacenamiento y solamente una muestra de la red de distribución contaminada, por ende estos resultados se consideran no potables.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- Las fuentes superficiales no reciben ningún otro tratamiento que no sea la desinfección aunque los valores de turbiedad, color verdadero y pH no cumplen con la norma.

- No tienen planos de diseño.
- Las propiedades donde se encuentran los tanques y fuentes no pertenecen a la ASADA.
- En el momento de la visita en uno de los tanques no se estaba aplicando el cloro puesto que se habían robado el equipo, sin embargo pronto sería colocado otro.
- El agua de los tanques es susceptible a quedar desprovista de la desinfección, ya que el sitio frecuentemente se ve afectado por el "vandalismo", es por esto que contrataron seguridad para custodiar por las noches.

4.2.6 Tucurrique de Jiménez

4.2.6.1 Descripción

Esta ASADA se localiza en cantón de Jiménez y el distrito de Tucurrique, de acuerdo con los registros del LNA se divide en dos sectores llamados: Radio Rumbo y Centro.

El acueducto tiene cuatro nacientes como fuentes de abastecimiento, las cuales se denominan: Palmichal F1 y F2 y El Bosque F3 y F4 que pertenecen al sector Centro, además de naciente F2 y naciente F2A que abastecen al sector Radio Rumbo. Todas cuentan con protección de cercamiento con malla y cajas de concreto.

El agua de las fuentes se transporta hacia los tanques de almacenamiento, construidos con concreto, éstos tienen una antigüedad de entre 60 y 70 años. Cada mes se vacían y se lavan.

Tanto la tubería de la conducción como de la red de distribución son de PVC y no presentan fugas regularmente, aunque si tienen problemas de daños en las mismas por causa de los derrumbes en las colinas. Las tuberías tienen distintas antigüedades, las más viejas se han sustituido por nuevas y de mayores diámetros aunque no cuentan con planos ni diseños.

El método de desinfección utilizado es el hipoclorito de calcio en pastillas de la marca Accutab, el cual usa 6 pastillas por día. Para la operación del equipo no recibieron capacitación por parte del AyA, solamente de parte del distribuidor del Accutab. Al equipo se le adhiere sedimento de color amarillo y por esto se lava cuando se observa "sucio". El cloro residual en varios puntos de la red lo miden todos los días con ayuda de un colorímetro.

La junta directiva de la ASADA se reúne cada 15 días y una vez al año con los abonados. Cuenta con 972 abonados, de los cuales el treinta por ciento tiene micromedición y se cobra 1500 colones la tarifa base, 80 colones por metro cúbico y 12 colones por metro cúbico para hidrantes, mientras que para la tarifa fija se cobra 3500 colones y 325 colones para los hidrantes.

Los fondos recaudados son apenas suficientes para el mantenimiento y operación del acueducto, no tienen muchas posibilidades para la inversión en planes a futuro.

4.2.6.2 Problemas

En los análisis bacteriológicos de los últimos años tanto en el sector centro como en el sector Radio Rumbo según el criterio del LNA el agua es no potable. Específicamente, en el año 2009 se encontró que no en todos los puntos analizados había cloro presente y en tres de estos puntos se halló coliformes fecales.

Según los resultados obtenidos la cantidad de cloro residual es baja la mayoría de las veces.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- El acueducto no fue diseñado y las antiguas tuberías con diámetros pequeños hoy no funcionan de la manera adecuada y deben sustituirse.
- Rebalse de los tanques de almacenamiento del sistema.
- Carece de planos del acueducto existente.
- Falta de recursos económicos para invertir en el sistema.
- Falta completar la cantidad de micromedición.

4.2.7 Palomo de Orosi

4.2.7.1 Descripción

Esta ASADA se localiza en el cantón de Paraíso, específicamente en el distrito de Orosi.

El acueducto de Palomo tiene seis nacientes que abastecen las distintas zonas de la localidad de Palomo, las cuales son: Gavilán 1, Guábata, Gavilán 2, Bananal, El Sitio y Barquero. Todas

se encuentran en terrenos donados a la ASADA, protegidos por caja de concreto con candado y cercas.

El agua se transporta hasta los tanques de almacenamiento llamados Calle Barquero, Guábata, Gavilán 1, El Sitio y Gavilán 2. Estos se construyeron con concreto hace unos 15 años, solamente el tanque Guábata tiene unos 8 años, éstos se lavan cada dos o tres meses y anualmente se pintan exteriormente.

Todas las tuberías son de PVC, se colocaron hace unos 15 años ya que las más antiguas se han sustituido poco a poco. Frecuentemente, las tuberías tienen fugas dado que algunas se encuentran superficiales o a poca profundidad, por consiguiente resultan dañadas fácilmente. Además, en ciertas ocasiones se han presentado deslizamientos en las partes altas que también les ocasionan daños a las tuberías.

Desde hace un año, el acueducto utiliza el sistema de desinfección de hipoclorito de calcio en pastillas. Anteriormente, se utilizaba la producción de cloro a partir de hipoclorito de sodio pero el equipo se dañó y dado que la inversión inicial para colocar otro del mismo tipo es alta, se le dio preferencia a las pastillas de hipoclorito de calcio.

La dosificación aplicada se controla por medio del flujómetro, el cual se mantiene funcionando entre 0,4 y 0,7 mg/l para mantener en la red de distribución la cantidad de cloro residual deseada. Esta cantidad de cloro residual adicionalmente se comprueba con el colorímetro.

Esta ASADA tiene actualmente 435 abonados, su junta directiva se reúne cada 15 días y cada año con la comunidad. Por otra parte, dado que no tienen micromedición se cobra una tarifa fija de 3500 colones y el dinero recaudado se utiliza en el mantenimiento y operación del acueducto. El estado financiero de la ASADA se puede catalogar como bueno, sin embargo no tienen suficientes recursos para invertir.

4.2.7.2 Problemas

En los análisis realizados por el LNA durante el año 2008, tres de los cuatro sectores en los cuales se divide el acueducto de Palomo resultaron no potables. Posteriormente, todos los

resultados de los análisis han sido satisfactorios aún cuando en algunos de los análisis el cloro residual en la red fue nulo.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- Fugas en las tuberías por causa de la poca profundidad a la cual están enterradas, también en algunos sitios se encuentran superficiales.
- La tarifa que se cobra no es la establecida por ARESEP para servicios fijos.
- Falta recursos económicos para invertir en el sistema.
- El sistema de desinfección no se encuentra calibrado de la manera adecuada ya que los resultados fluctúan entre registros de cloro residual alto, bajo y recomendable en la red de distribución.
- El acueducto no fue diseñado y faltan planos.

4.2.8 Orosi de Paraíso

4.2.8.1 Descripción

La ASADA de Orosi se ubica en el cantón de Paraíso, en el distrito de Orosi.

El acueducto de Orosi cuenta con tres nacientes como fuentes de abastecimiento, las cuales se identifican como F-8, F-1 y F-2 y Jucó. Todas estas tienen protección boscosa y cajas de concreto que protegen el agua del exterior.

Ahora bien, se tienen cinco tanques de almacenamiento construidos con concreto en distintas fechas, el más antiguo tiene aproximadamente 50 años y se lava cada dos meses como parte del mantenimiento.

Todas las tuberías colocadas en la conducción y la red de distribución son de PVC y no presentan muchas fugas. Si bien las tuberías más viejas tendrán unos 50 años, se instalaron en distintas épocas y se han ido agregando y sustituyendo con el pasar del tiempo.

El equipo de desinfección instalado es el de cloro granulado para el cual se utilizan 2,5 kilogramos de hipoclorito de calcio disueltos en 450 litros de agua. La dosis utilizada para la cloración es de 1 l/min pero indica el fontanero que actualmente usan una cantidad mayor

que la dada por el AyA pues se genera un tapamiento de la válvula que no permite el paso del cloro.

En el caso del sector de Jucó se debe inyectar el cloro directamente a la tubería pero no se realiza cloración actualmente pues el equipo se daña con regularidad y las reparaciones que se le realizan son costosas y no son duraderas, por ende funcionarios del AyA autorizaron a la ASADA para que a ese sector no se le aplique cloración.

La ASADA tiene equipo para la medición de cloro residual y total (colorímetro), además del equipo medidor de parámetros físico-químicos pero casi no lo utilizan, tampoco realizan exámenes de laboratorio privados, solamente los que hace el LNA. Por otro lado, indican que si han recibido capacitaciones y folletos con información ya que es una ASADA que participa en el Programa Sello de Calidad Sanitaria.

Finalmente, esta ASADA tiene 1471 abonados, de los cuales 632 tienen medidor, la tarifa que se cobra para el servicio fijo es de 4360 colones incluyendo la tarifa base y el cobro por hidrantes, mientras que para el servicio medido es de 1615 colones por la tarifa base, 90 colones por metro cúbico y 12 colones por metro cúbico para hidrantes.

La junta directiva se reúne cada 15 días y una vez al año con la comunidad. Según se indica, el estado financiero de la ASADA es bueno, reciben fondos suficientes para operar y mantener el acueducto principalmente.

4.2.8.2 Problemas

El sector de Jucó, parte del acueducto de Orosi es el que ha resultado no potable en tres de las cinco ocasiones en las cuales se han realizado análisis por parte del LNA. En todos los análisis realizados para el sector de Jucó no se obtuvo registro de cloro residual ni en los tanques ni en la red de distribución y por esto se tiene más posibilidades de encontrar contaminación en el agua.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- Falta sistema de cloración para el agua en el sector de Jucó.
- El acueducto no fue diseñado y no tienen planos.

- El operador no cuenta con suficiente capacitación sobre la importancia de dosificar eficientemente el desinfectante y realizar las verificaciones correspondientes en la red sobre la dosis de cloro residual que están recibiendo los usuarios.
- Aunque cuentan con el equipo, no hay control de la calidad del agua.

4.2.9 Santa Cruz de Turrialba

4.2.9.1 Descripción

La ubicación de esta ASADA es en el cantón de Turrialba, específicamente en el distrito de Santa Cruz.

El acueducto tiene tres nacientes denominadas El Caragra, Cedro y El Tirra las cuales tienen protección con cercado pero en los alrededores el terreno está dedicado a la ganadería y en ciertas ocasiones hay problemas de invasión del ganado a la propiedad.

El agua se transporta hacia los tres tanques de almacenamiento: tanque La Cruz, San Rafael y Verbena Norte construidos con concreto, los cuales tienen una edad aproximada de 15 años, se encuentran en buen estado y se lavan cada 3 meses.

La red de distribución es de tuberías de PVC instaladas hace aproximadamente 15 años, las cuales en algunas ocasiones tienen fugas y son reparadas.

En el acueducto se encuentra instalado un equipo de desinfección a base de hipoclorito de sodio, el cual utiliza 13 kilogramos de sal disueltos en 450 litros de agua para la producción del cloro. La dosis que se aplica al agua es de 250 ml/min dada por los funcionarios del AyA en la instalación del equipo, pero no han recibido ninguna otra capacitación por parte del AyA.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos los realiza el LNA, la ASADA cuenta con un comparador de cloro que utilizan cada 3 días para verificar que el residual de cloro se mantenga cercano a 0.5 mg/L. Además, por medio de una ASADA cercana que tiene equipo para medir parámetros físicos, cada cierto tiempo realizan la evaluación de los mismos.

La administración de esta ASADA que tiene 670 abonados, se reúne cada 15 días. De la misma manera, realizan una reunión al año para elegir la junta y otra cada año para dar el informe de labores a la comunidad.

Ahora bien, dado que no cuentan con micromedición, el sistema de cobro que utilizan es de la siguiente manera:

- Domiciliar: 3000 colones
- Comercial: 3800 colones
- Especial (lecherías): 4800 colones
- Industrial: 9800 colones

Esto les permite obtener los recursos económicos necesarios para operar, mantener y realizar inversión en proyectos futuros que les permita crecer como organización.

4.2.9.2 Problemas

En el año 2009 el análisis de laboratorio realizado al agua no cumplió con las especificaciones para considerarse potable. No se encontró cloro residual ni en los tanques de almacenamiento ni en la red de distribución pues el equipo de desinfección no se encontraba funcionando. Al mismo tiempo, en tres de los cuatro puntos analizados en la red se encontró contaminación por coliformes fecales.

Para el año 2010, el sistema de cloración está funcionando y el análisis realizado por el LNA resultó satisfactorio. Tanto en los tanques de almacenamiento como en la red de distribución se encontró cloro residual y aunque el valor del mismo se encuentra por debajo del valor recomendado, en todos los puntos analizados no se registró presencia de coliformes fecales.

El análisis físico-químico evidencia que el agua de las fuentes es ácida, en todos los resultados de laboratorio se registró un valor de pH por debajo del mínimo recomendado (6.5), igualmente el agua tiene valores de conductividad, potasio, magnesio y sulfatos en promedio por encima del valor máximo recomendado.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- Aunque las fuentes tienen protección, les falta un mayor control sobre la irrupción de ganado en sus alrededores.
- El acueducto no fue diseñado y no cuenta con planos.
- El operador del acueducto no recibió capacitación técnica para la operación del equipo de desinfección.

4.2.10 Carmen Lyra de Turrialba

4.2.10.1 Descripción

La ASADA de Carmen Lyra se localiza en el cantón de Turrialba y distrito de Turrialba.

El acueducto de Carmen Lyra tiene dos nacientes identificadas solamente como 1 y 2, las cuales se encuentran protegidas en un medio boscoso y cuentan con una caja de concreto que las protege del medio externo.

El único tanque de almacenamiento que hay es de material metálico y tiene aproximadamente 20 años, por la forma cilíndrica del tanque es complicado lavarlo y generalmente no recibe mantenimiento.

Las tuberías de la red son todas de PVC y tienen unos 20 años de antigüedad. Generalmente no tienen muchas fugas y cuando hay son reparadas rápidamente.

En este acueducto se encuentra instalado un equipo de desinfección de hipoclorito de calcio en pastillas marca Accutab, en el cual se utilizan 9 pastillas por día y la dosificación se controla manteniendo el flujómetro en 0.5 mg/l. Aunado a lo anterior, la pequeña capacitación que recibieron fue dada por la persona que instaló el clorador y no se realiza control con colorímetro.

En el caso de análisis de laboratorio, se contrata un análisis a un laboratorio privado cada cuatro meses aparte de los realizados por el LNA.

La ASADA tiene 255 abonados, ninguno tiene servicio de micromedición y se cobra una tarifa fija de 2500 colones debido a que la junta directiva considera es una comunidad de escasos recursos. La junta antes mencionada se reúne una vez al mes y con la comunidad una vez al

año, los recursos económicos recaudados se gastan en su mayoría en el mantenimiento administrativo, no tienen planes a futuro dadas sus limitaciones económicas.

4.2.10.2 Problemas

En el año 2009 el LNA realizó dos análisis, de los cuales se obtuvo uno potable y otro no potable, contradictoriamente en el primero no se registró cloro residual tanto en el tanque como en algún punto de la red mientras que, en el segundo la cantidad registrada de cloro residual fue baja y en todos los puntos estudiados se encontró cantidades considerables de coliformes fecales.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- El sistema de desinfección no deja suficiente cloro residual, para lo cual es necesario realizar varias pruebas hasta llegar a establecer cuál es la dosis necesaria para mantener el ámbito de cloro residual dentro del rango señalado en el reglamento para agua potable.
- La ASADA no tiene un operador capacitado adecuadamente sobre la importancia de realizar la cloración eficientemente.
- El sistema tarifario utilizado no es el adecuado, lo cual no les permite recaudar suficientes recursos económicos para realizar inversión en el sistema.
- No se tiene micromedición en el acueducto.

4.2.11 El Silencio, El Carmen y San Gerardo de la Suiza de Turrialba

4.2.11.1 Descripción

La ASADA El Silencio, El Carmen y San Gerardo se ubica en el cantón de Turrialba y el distrito de La Suiza.

Este acueducto inicia en dos nacientes denominadas Los Mora y Delgada, las mismas se encuentran protegidas por estructuras de concreto y cercadas con malla.

El tanque de almacenamiento Los Mora tiene una capacidad de 112 m³, se construyó hace 13 años y es de concreto, se encuentra en buen estado. Para darle mantenimiento se lava cada 3 meses con cloro.

Las tuberías instaladas son de PVC y generalmente no presentan fugas.

El sistema de desinfección instalado en el acueducto es el de hipoclorito de calcio en pastillas marca Accutab, en el cual se utilizan 7 pastillas por semana para mantener una dosificación de entre 0,3 y 0,7 mg/l regulada por medio del flujómetro y se inspecciona la concentración de cloro residual en la red de distribución cada tres días por medio del colorímetro. La capacitación recibida para la operación del equipo estuvo a cargo de un funcionario de la empresa distribuidora del mismo, la cual se considera muy básica.

Esta ASADA tiene 183 abonados, su junta directiva realiza reuniones cada 15 días y una vez al año con sus abonados para brindar informes y elegir la junta directiva. Por otra parte, el acueducto no tiene micromedición y se cobra una tarifa fija de 5095 colones, en la cual se incluye el cobro por hidrantes.

Finalmente, según se indica tienen un estado financiero estable el cual les permite mantener, operar y desarrollar proyectos para el futuro de la ASADA.

4.2.11.2 Problemas

En el año 2009 el análisis de laboratorio del LNA revela que en un punto de los tres muestreados en la red de distribución se encuentra contaminación fecal, mientras el residual de cloro es apenas el mínimo recomendado. Anteriormente, en el año 2007 el resultado del examen de laboratorio fue satisfactorio pero los valores de cloro residual se encontraban altos, en promedio 1 mg/l.

Entre los principales problemas evidenciados en esta ASADA se pueden encontrar:

- Poca capacitación para utilizar el equipo de desinfección e importancia de dosificar el cloro en la forma recomendada.
- El acueducto no fue diseñado y tampoco cuenta con planos.
- No se tiene micromedición.

Finalmente, en el Cuadro 5 se muestra el resumen de los problemas encontrados en las ASADAS visitadas, a los cuales debe brindárseles atención para mejorar el funcionamiento de las mismas y la calidad del agua que reciben los abonados.

Cuadro 5. Problemas encontrados en las ASADAS

Problemas		Cartago			El Guarco		Jiménez	Paraíso		Turrialba		
		Santa Elena	San Juan Sur	Bermejo	Cañón	Tobosi	Tucurrique	Palomo	Orosi	Santa Cruz	Carmen Lyra	El Carmen
General	Sin diseño	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	Sin planos	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Fuentes	Protección (cercado)	x					x			x		
	Protección (terreno propio)		x	x		x	x				x	x
	Contaminación			x	x	x					x	
Tanque almacenamiento	Protección (cercado)	x		x						x		
	Protección (terreno propio)			x		x				x		
	Limpieza de tanques	x	x		x					x	x	x
	Rebalse	x					x					
Tuberías	Fugas	x		x				x				
	Micromedición	x						x		x	x	x
Desinfección	No tienen a cargo desinfección		x									
	No hay cloración			x					x			
	No hay control propio calidad agua	x	x	x	x			x	x	x		x
Administración	Tarifa no es la de ARESEP	x			x		x	x		x	x	
	Problemas financieros	x		x			x	x			x	
	Falta capacitación	x		x	x			x	x	x	x	x

4.3 Soluciones Propuestas

Debido al poco conocimiento que tienen los fontaneros sobre el tema de desinfección, debe procurarse mantener una capacitación continua sobre este tema. Además, se debe crear un manual de operación para el acueducto en general y específicamente para el equipo de desinfección, en el cual se especifiquen las actividades de operación y mantenimiento que se deben llevar a cabo para el correcto funcionamiento del acueducto.

Es importante implementar la micromedición en los acueductos, como medida para la reducción del desperdicio del agua y para tener un mejor control de los patrones de consumo de los abonados. Así como también la realización de los planos para que de esta manera se puedan modelar las mejoras que deban hacerse y efectuar una programación de las obras necesarias en el presente y para el futuro.

Dada la falta de diseño en los acueductos, existe el desperdicio de agua al menos en alguna época del año puesto que el tanque de almacenamiento no es capaz de contener la totalidad del caudal y por tanto se produce un rebalse en el tanque. Lo anterior, desperdicia el preciado líquido además de generar problemas con la desinfección pues en los acueductos en los cuales se aplica la cantidad de cloro dependiendo del caudal, en ciertos periodos se aplicará más o menos desinfectante del necesario.

Asimismo, como se mencionó anteriormente, debido a la construcción inexperta de los acueductos algunos de éstos tienen tuberías que se encuentran enterradas a poca profundidad o colocadas superficialmente, lo cual las hace susceptibles a dañarse. Es por esto, que siempre se debe enterrar las tuberías a la profundidad recomendada y evitar los aumentos bruscos de presión que puedan ocasionar reventaduras en los tubos.

La dosis de cloro que utiliza el AyA para desinfectar el agua, depende del caudal de las fuentes, para el cálculo de ésta no se toma en cuenta las características físicas y químicas del agua. Es por esto, que es posible que no se aplique la cantidad correcta de cloro que permita desinfectar el agua, dado que la reacción del cloro con algunos minerales genera que se necesite aplicar mayores cantidades de cloro.

Dado lo anterior, es deseable que se calcule la dosis de cloro encontrando la curva de demanda de cloro para cada uno de los acueductos. O bien, se agreguen distintas dosis de

cloro y se realicen los ensayos pertinentes hasta que se obtenga la cantidad de cloro residual requerida en los puntos más alejados de la red de distribución.

En el caso específico de la ASADA de Tobosi, las fuentes superficiales no tienen ningún tratamiento antes de la cloración, por ende se recomienda colocar al menos rejillas y un filtro que regule la cantidad de partículas que entran en la conducción y se dirigen hacia los tanques de almacenamiento. También es conveniente realizar un tratamiento de pre-cloración en la fuente, para de que de esta manera se reduzca la cantidad de patógenos en la misma.

Las fuentes subterráneas que abastecen de agua a las comunidades en estudio, generalmente se encuentran protegidas y se ha encontrado contaminación en escasas ocasiones. Sin embargo, es de suma importancia que se proteja la fuente y sus alrededores para que no exista posibilidad de que la misma resulte con problemas de contaminación.

Con el objetivo de proteger de la mejor manera las fuentes y el agua contenida en los tanques de almacenamiento, se debe procurar que la ASADA adquiera los terrenos en los cuales se encuentran dichas obras. Además de realizar cercas y colocar dispositivos que permitan mantener la seguridad en los sitios.

En los acueductos en los cuales la producción del desinfectante depende de la electricidad, se debe tener especial cuidado para que el servicio no sea interrumpido. Pues se da el caso en el cual el robo de los equipos, cable, entre otros afecta a algunas ASADAS y en consecuencia a los abonados de las mismas.

La adición de cloro al agua, también hace que se genere poca cantidad de materia (algas) que ensucie las tuberías y el tanque de almacenamiento. Pero, es esencial que el tanque de almacenamiento se vacíe y se lave cada cierto tiempo dependiendo de la calidad del agua, generalmente es recomendable lavarlo una vez al mes para que de esta manera se mantenga libre de suciedad tanto interiormente como exteriormente.

Es importante que los encargados del acueducto verifiquen periódicamente si la dosis de cloro que se está aplicando, es la necesaria para mantener la cantidad de cloro residual requerida por el reglamento y así se conserve la seguridad del agua que la comunidad está consumiendo.

También el cloro debe aplicarse en un punto en el cual se permita la mezcla en el tanque y el tiempo de contacto necesario para que la desinfección sea eficiente. En el caso de la aplicación de hipoclorito de calcio granulado, se requiere que éste se disuelva completamente en el agua antes de que sea vertido al tanque para lograr la concentración de desinfectante solicitada.

La metodología utilizada por el LNA para la catalogación de la potabilidad de un acueducto consiste en valorar a una ASADA como potable cuando el 90% o más de los puntos de ensayo analizados han resultado potables. Por ende, cuando al agua de los acueductos se le ha hecho pocos ensayos y en alguno resultó no potable, tiene más posibilidades de mantenerse como no potable hasta que se realicen más revisiones en las cuales resulte potable.

Cada ASADA debe respetar el cobro de la tarifa que le corresponda fijada por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), esto con el fin de obtener los ingresos necesarios para mantener el servicio operando eficientemente. No obstante, según se encontró en las visitas de campo algunas ASADAS como la de Carmen Lyra en Turrialba y Santa Elena de Corralillo, cobran tarifas menores a la reglamentaria y por esto tienen pocos recursos económicos para operar y mantener el acueducto.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Según se mostró en el Cuadro 1, la mayoría de los entes que abastecen el agua son ASADAS, pues son 1864 asociaciones dispersas a lo largo y ancho del país. La diversidad que se puede encontrar en éstas hace que sea complicado para el departamento encargado del AyA darle seguimiento y atención de calidad a todas las ASADAS.

En Cartago existen 168 ASADAS, de las cuales 46 aplican algún tipo de desinfección al agua y 122 no. Esto quiere decir, que el 73% de las ASADAS se encuentra abasteciendo a sus abonados con agua sin desinfección, con las implicaciones para la salud que esto significa.

En los cantones de La Unión y Alvarado la mayoría de la población se abastece de agua potable por medio de los acueductos administrados por las municipalidades de estos cantones. En La Unión se cuenta con solamente una ASADA y en Alvarado con cuatro. Mientras que, los cantones con mayor cantidad de ASADAS son Turrialba, Cartago y El Guarco con 66, 31 y 18 respectivamente.

De la misma manera, entre las ASADAS que aplican desinfección, el cantón de Turrialba tiene la mayor cantidad de acueductos con análisis de agua no potables, con seis. Por otro lado, la menor cantidad de ASADAS con análisis de agua no potable la tiene Oreamuno, ya que no presenta ninguna.

Además, se puede concluir que en la provincia de Cartago la mayoría de las ASADAS que aplican algún tipo de desinfección, abastecen con agua potable a sus abonados, ya que 32 del total de 46 acueductos tienen agua potable según los análisis del LNA.

Con la excepción de la ASADA de Cañón de San Isidro de El Guarco, todos los acueductos carecen de diseño y planos del mismo. Fueron construidos hace muchos años por un grupo de pobladores de la zona que fueron solventando la necesidad de llevar agua hasta sus hogares y actualmente, el fontanero es el que conoce dónde se ubican las tuberías y cuáles son los diámetros de éstas. Solamente, la ASADA de San Juan Sur de Corralillo se encuentra en el proceso de realizar los planos de su acueducto.

En el caso de las fuentes, las que han presentado contaminación han sido al menos una de las que pertenecen a las ASADAS de Bermejo, Cañón, Tobosi y Carmen Lyra. De las cuales, solamente Tobosi tiene fuentes superficiales para el abastecimiento de la población y el agua de éstas no recibe ningún otro tipo de tratamiento que no sea la desinfección.

Las fuentes, en su totalidad se encuentran con la protección básica que consiste en una obra de concreto para la captación (caja de concreto) con su respectiva tapa y candado. A las fuentes de las ASADAS de Santa Elena de Corralillo, Tucurrique y Santa Cruz les hace falta el cercado para mantener tanto a las personas como animales sin acceso al terreno en el cual aflora el agua y se utiliza para consumo.

Igualmente, se encontró que la mayoría de las fuentes se localiza dentro de terrenos que no pertenecen a la ASADA y esto dificulta en cierta medida la injerencia de la ASADA en cuanto a la protección que debe tener la fuente. Este problema lo presentan 6 de las ASADAS visitadas.

En el caso de los tanques de almacenamiento, el problema de la protección es menor, ya que en la mayoría de las ASADAS estudiadas éstos se encuentran dentro de propiedades pertenecientes a la ASADA ya sea, por donación o por compra.

Por otro lado, la limpieza requerida por los tanques de almacenamiento del agua, se realiza en todos las ASADAS. Sin embargo, en varios de éstos la periodicidad no es la más conveniente. Por ejemplo, el en el acueducto de San Juan Sur donde solamente se lavan una o dos veces al año y en Carmen Lyra, donde el tanque es de material metálico no recibe mayor mantenimiento.

Ahora, la micromedición se va implementando poco a poco por parte de la mayoría de las ASADAS ya que requiere de una importante inversión inicial. Sin embargo, se nota que se entiende la importancia de la misma ya que les permitirá tener un mayor control sobre el gasto y el desperdicio del agua.

En el campo de la desinfección, el acueducto de Bermejo actualmente no tiene cloración en uno de sus tanques de almacenamiento y en el sector de Jucó en Orosi, no se clora el agua debido a que tiene que inyectar el cloro directamente en la tubería y por mucho tiempo ha tenido problemas con el equipo. Dicho sector abastece a una pequeña porción de casas y por ende, encargados del AyA han autorizado para que este sector se mantenga sin cloración.

En la ASADA de San Juan Sur se presenta el caso en el cual ésta no tiene a cargo la desinfección, pues la fuente que utilizan también la comparten con la municipalidad de Cartago. Por tanto, la municipalidad se encarga de la aplicación de cloro en la fuente y los personeros de la ASADA no aplican ninguna re-desinfección en el tanque de almacenamiento.

Los controles de cloro residual con el colorímetro solamente se realizan eficientemente en la ASADA de Tucurrique, en la cual se revisa todos los días en varios puntos de la red que el cloro residual se encuentre dentro del rango establecido en el reglamento, o sea, entre 0.3-0.6 mg/L.

Para los análisis físicos y microbiológicos, la mayor parte de las ASADAS no destina recursos para los análisis por medio de laboratorios privados, sino que solamente cuando el LNA los visita es que conocen el estado de potabilización o no potabilización del agua que están consumiendo.

La metodología aplicada en el LNA para considerar un acueducto o sector de un acueducto como potable o no potable, beneficia a aquellos en los cuales se realizan más controles de calidad del agua. Mientras que, en los que se realizan pocos controles y al menos uno de estos no es satisfactorio, se requiere que se hagan varios análisis más y resulten satisfactorios para que el acueducto se pueda llamar potable.

En las ASADAS estudiadas, según los reportes del LNA, en el día que se realizó la recolección del agua para la prueba microbiológica no se encontró cloro en el agua o el rango en el cual se encontraba, es menor al necesario para la desinfección según el reglamento para el agua potable. Esto debido tanto a que en algunos sitios no se encontraba funcionando el sistema de cloración como a la deficiente aplicación del mismo.

Independientemente del tipo de equipo utilizado para la desinfección, el problema radica en los descuidos en la aplicación del cloro diariamente, ya sea por negligencia, falta de capacitación en el uso del equipo e importancia de la desinfección.

En cuanto a la administración del acueducto, primeramente más del 50% de las ASADAS no aplica la tarifa solicitada por la ARESEP. Los casos van desde unos colones menos hasta unos colones más. No obstante, la situación más grave encontrada es la de Santa Elena de Corralillo donde se cobra una tarifa anual de veinte mil colones.

Dado lo anterior, aunque casi todas las ASADAS manifiestan obtener recursos apenas suficientes para el mantenimiento y operación. Los encargados de la mayoría de las mismas expresan que el estado financiero no es tan solvente como para realizar inversión o tener planes a futuro para desarrollar.

Todas las ASADAS coinciden en la falta de capacitación por parte de AyA para su operación, y en los casos en los cuales si conocen de los talleres, objetan el poco tiempo con el cual se les comunica y las dificultades de las ASADAS más lejanas al centro de Cartago para trasladarse al sitio de la charla, puesto que generalmente se realizan en Cartago.

5.2 Recomendaciones

Se debe procurar que se realicen los planos del acueducto con el propósito de tener la posibilidad de mejorar el mismo mediante modelos que permitan conocer las deficiencias y optimizar las intervenciones que se requieran.

Todas las ASADAS deben procurar adquirir los terrenos en los cuales se encuentran las fuentes y los tanques de almacenamiento para mantener la vigilancia sobre la protección del recurso hídrico. Además de monitorear aguas arriba sobre los peligros que puedan contaminar las fuentes.

Es importante mejorar la infraestructura de los acueductos tal como las redes de conducción y distribución, tanques de almacenamiento y equipo de desinfección para que de esta manera se vean beneficiados todos los consumidores del agua. En el caso particular de la ASADA de Tobosi, se debe utilizar una pequeña planta de tratamiento para el agua tomada de las fuentes superficiales.

Se debe mantener a los abonados y población de la comunidad en general, educados en la importancia de cuidar las fuentes de agua y el ahorro de la misma en los distintos lugares en los que se utilice. La concientización de esto conllevará a un uso más eficiente del recurso, y para esto se requiere implementar la micromedición en los sitios donde todavía no hay y completarla donde ya existe y todavía no se ha completado.

Tanto los tanques de almacenamiento como las distintas obras de infraestructura del acueducto deben mantenerse limpias bajo un correcto mantenimiento, con el fin de que se

conserven por mayor tiempo y no permitan la generación de suciedad que vaya a contaminar el agua.

La ASADA de San Juan Sur debe implementar su propio sistema de desinfección para dejar de depender de la cloración aplicada por parte de la municipalidad. O, realizar una segunda aplicación de cloro en los tanques de almacenamiento.

Cuando la red de distribución sea muy larga, se debería realizar una segunda desinfección si se tiene evidencia de que no hay cloro residual en los sectores más alejados.

Se debe vigilar de forma más periódica la cantidad de cloro residual en los puntos más alejados de la red de distribución, con ayuda del colorímetro para que de esta manera se puedan tomar con mayor prontitud las medidas necesarias en caso de no estar cumpliendo con el reglamento.

Los análisis realizados por el LNA se deben complementar con revisiones en laboratorios privados para mantener un monitoreo más estricto sobre la calidad microbiológica del agua, ya que ésta tiene especial importancia sobre la salud de las personas.

El equipo de desinfección se debe mantener en óptimas condiciones de operación y el o los encargados del mismo deben conocer perfectamente su funcionamiento y la importancia de utilizarlo todos los días del año y las 24 horas del día.

Se puede crear un manual de operación para el acueducto en general y específicamente para el equipo de desinfección, en el cual se especifiquen las actividades de operación y mantenimiento que se deben llevar a cabo para el correcto funcionamiento del acueducto.

En cuanto a la aplicación de las tarifas, primeramente se debe cumplir el cobro de la tarifa establecida según el tipo de servicio que brinde la ASADA. Además, se debe buscar asesoría para el acceso a préstamos que permitan tener los recursos necesarios para realizar inversión en la infraestructura del acueducto.

6 Fuentes de Información

Acondaqua. *Coagulación-Floculación*. Consultado el 24 febrero de 2011. Figura disponible en: <http://www.acondaqua.com/pages/servicios/pilotajes/coagulacion-floculacion.php>.

Arboleda, J.(2000). *Teoría y práctica de la purificación del agua*. McGraw Hill. Colombia.

Asamblea Legislativa. (2000). *Reglamento de las Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes*. Decreto N°29100-S. San José, Costa Rica: 9 noviembre.

Asamblea Legislativa. (2005). *Reglamento para la Calidad del Agua Potable*. Decreto N°32327-S. San José, Costa Rica: 10 febrero.

CAPAC. Desinfección del efluente. Consultado el 24 febrero de 2011. Figura disponible en: http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc003/CAPITULO17.pdf

Directorio de empresas Hotfrog. *Cloro hipoclorito cálcico*. Consultado el 24 de febrero de 2011. Figura disponible en: <http://www.hotfrog.es/Empresas/PoolQuimica-com-Venta-online-de-productos-para-piscinas/Cloro-Hipoclorito-Calcico-25Kg-tabletas-200gr-para-piscinas-67259>.

Glynn, J. y Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Prentice Hall.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2008). *Operatividad y funcionamiento de los acueductos*. San José, Costa Rica: AyA.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2008). *La conformación de ASADAS*. San José, Costa Rica: AyA.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2000). *Curso de desinfección*. San José, Costa Rica: AyA.

Lockwood, H. (2004). *Estudio de aspectos institucionales de desarrollo de los acueductos rurales en Costa Rica*. San José, Costa Rica.

Marín, R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de calidad de aguas*. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid.

Ministerio de Salud (MINSAL), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS). (2003). *Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectivas*. San José, Costa Rica: OPS.

Mora, D.A. y Araya, A. (2008). *Estado de cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica al año 2006 [Versión electrónica]*. San José, Costa Rica: AyA.

Mora, D.A. y Portuguez, C. (2010). *Evolución de las coberturas y calidad del agua para consumo humano y disposición de aguas residuales domésticas en Costa Rica al año 2009 [Versión electrónica]*. San José, Costa Rica: AyA.

Mora, D.A. y Feoli, H. (2007) *Programa Nacional de mejoramiento y sostenibilidad de la calidad del servicio de agua potable 2000-2015 [Versión electrónica]*. San José, Costa Rica: AyA.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2004). *Guías para la calidad del agua potable*. [Versión electrónica]. Volumen 1. Tercera Edición.

Anexo 1. Fotografías de las visitas realizadas a las ASADAS

Bermejo de Quebradilla de Cartago

Figura 1. Cloración en tanque El Común



Figura 2. Tanque El Común



Figura 3. Estación con mezcla de hipoclorito de calcio granulado y agua.



Figura 4. Fuente



San Juan Sur de Corralillo

Figura 5. Tanque de almacenamiento



Figura 6. Tanque de almacenamiento



Santa Elena de Corralillo

Figura 7. Captación en la fuente



Figura 8. Equipo producción de cloro a partir de hipoclorito de sodio



Figura 9. Tanque de almacenamiento



Figura 10. Captación en la fuente



Cañón de San Isidro de El Guarco

Figura 11. Tanque de almacenamiento



Figura 12. Estación de bombeo



Figura 13. Equipo de producción de cloro a partir de hipoclorito de sodio



Figura 14. Tanque de almacenamiento



Tobosi de El Guarco

Figura 15. Tanque de almacenamiento



Figura 16. Caseta de cloración vacía



Figura 17. Caseta de cloración en tanque de almacenamiento



Figura 18. Tanque de almacenamiento



Tucurrique de Jiménez

Figura 19. Captación en la fuente



Figura 20. Tanque de almacenamiento



Figura 21. Equipo de cloración hipoclorito de calcio en pastillas



Figura 22. Equipo de cloración hipoclorito de calcio en pastillas en el tanque



Orosi de Paraíso

Figura 23. Equipo de cloración hipoclorito de calcio granulado



Figura 24. Caseta sin uso del equipo de cloración del Sector Jucó



Figura 25. Equipo de cloración (hipoclorito de sodio) sin uso



Figura 26. Tanque de almacenamiento



Santa Cruz de Turrialba

Figura 27. Tanque de almacenamiento

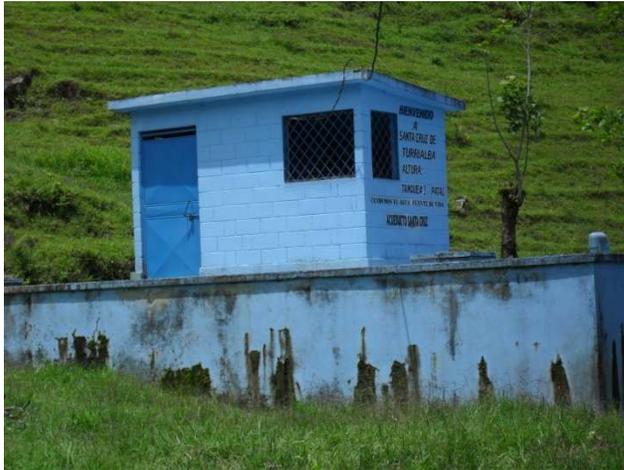


Figura 28. Equipo de producción de cloro a partir de hipoclorito de sodio



Figura 29. Medición de la dosis de cloro



Figura 30. Equipo de cloración



Carmen Lyra de Turrialba

Figura 31. Tanque de almacenamiento



Figura 32. Equipo de cloración hipoclorito de calcio en pastillas



Figura 33. Tanque de almacenamiento



El Silencio, El Carmen y San Gerardo de la Suiza de Turrialba

Figura 34. Tanque de almacenamiento, caseta de cloración



Figura 35. Equipo de cloración hipoclorito de calcio en pastillas



Anexo 2. Análisis de laboratorio realizados por el LNA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 10/11/2008	
Canton: GUARCO		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 15/11/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-08-03	Número reporte: 78765		Emisión reporte: 20/11/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
Red: M DE NTE CARMEN PIEDRA Y ANTONIO	13:15			460		460
TANQUE DE ALMACENAMIENTO CURIETI 1	13:20	1,29		Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CURIETI 2	13:25	1,27		Negativo		
TANQUE BARRIO LA CRUZ TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CURIETI 2	13:40	1,23		Negativo		
NACIENTE PIUSA 2	13:45			Negativo		
Red: BARRIO LA CRUZ Sr. Beninno Ortiz Montero	13:58	0,88		Negativo		
CORAZÓN DE JESÚS Sr. Edwin Chacón Alvarado	14:10	1,07		Negativo		
FÁTIMA Sra. Lorenza Alvarado Ramírez	14:20	1,12		Negativo		

1- Orden: 04530-08.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto la muestra recolectada en kía mezcla de nacientes Carmen Piedra.

4- Se recomienda mantener un residual máximo de 0,8 mg/L de cloro en los puntos de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 10/10/2009	
Canton: GUARCO		Recolectado por: RAFAEL SOLIS		Conclusión análisis: 14/10/2009	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-08-03		Número reporte: 84483	
				Emisión reporte: 27/10/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALIS		
QUEBRADA CARMEN PIEDRA	8:15			43		43
QUEBRADA ANTONIO VARGAS	8:45			23		23
NACIENTE PIUSA 2	9:00			Negativo		
TANQUE BARRIO LA CRUZ	9:25	0,89		Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO CURIETI 1	9:45	0,65		Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CURIETI 2	9:55	0,66		Negativo		
Red:						
BARRIO LA CRUZ						
Fam. Aguilera Chacón	10:15	0,84		Negativo		
FÁTIMA						
Sr. Juan Ramírez Chacón	10:30	0,70		Negativo		
CORAZÓN DE JESÚS						
Sr. Roger Sánchez Molina	10:45	0,75		Negativo		

1- Orden: 04270-09.
2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) falta de mantenimiento en las quebradas y nacientes; c) los tanques se obsevan bien.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua, una vez que se somete al proceso de desinfección, cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 28/11/2009
Canton: GUARCO		Recolectado por: RAFAEL SOLIS	Conclusión análisis: 02/12/2009
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-08-03	Número reporte: 85486	Emisión reporte: 10/12/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
QUEBRADA CARMEN PIEDRA(R)	9:45			93		93
QUEBRADA ANTONIO VARGAS(R)	10:05			930		930
Red: M DE NTE CARMEN PIEDRA Y ANTONIO	10:30			43		15
NACIENTE PIUSA 2(R)	10:45			240		240
TANQUE DE ALMACENAMIENTO CURIETI 1(R)	11:05	0,60		25		25
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CURIETI 2(R)	11:25	0,50		23		23
TANQUE BARRIO LA CRUZ(R)	11:45	0,80		19		19
Red: BARRIO LA CRUZ Sr. Oldemar Chaves(R)	12:00	0,40		Negativo		
CORAZÓN DE JESÚS Sr. Róger Molina(R)	12:20	0,20		10		10
FÁTIMA Sr. Manuel Ureña(R)	12:40	0,20		5		5

- Orden: 05107-09.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la salida de los filtros está fuera de operación.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.
- Debido a los resultados obtenidos se procederá a repetir todo el muestreo.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 06/03/2010	
Canton: GUARCO	Recolectado por: ROBERTO FONSECA CHANTO	Conclusión análisis: 10/03/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-08-03	Número reporte: 86998	Emisión reporte: 12/03/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
Red: M DE NTE CARMEN PIEDRA Y ANTONIO Entrada al tanque Curieti 1	8:45			23		23
TANQUE DE ALMACENAMIENTO CURIETI 1 Dentro del tanque	9:00	0,85		Negativo		
Red: BARRIO LA CRUZ Fam. Jiménez Sánchez	9:15	0,85		Negativo		
CORAZÓN DE JESÚS Sr. Jorge Chacón A.	8:28	0,68		Negativo		
FÁTIMA Sr. Marvin Rodríguez	9:40	0,66		Negativo		

- 1- Orden: 0803-10.
2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) día nublado.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua, una vez que se somete al proceso de desinfección, cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TUCURRIQUE DE JIMÉNEZ: CENTRO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 30/08/2008	
Canton: JIMÉNEZ		Recolectado por: ROBERTO FONSECA CHANTO		Conclusión análisis: 03/09/2008	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-04-02		Número reporte: 77664	
				Emisión reporte: 11/09/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
MEZ. NAC. PALMICHAL: F1Y F2	8:30				Negativo	
MEZ. NAC. EL BOSQUE: F3 Y F4	9:00				3.6	3.6
TANQUE PRINCIPAL EL BOSQUE	9:15				Negativo	
TANQUE CINCO	9:30				Negativo	
Red:						
RED 1						
Soda La Lucha	9:45	0,24			Negativo	
RED 2						
Palenque Correque	10:00	0,21			Negativo	
RED 3						
Oficina del Acueducto	10:15	0,28			Negativo	

- Orden: 03565-08.
- Reporte de campo: a) día lluvioso; b) las tapas de los tanques se encuentran en buen estado y con candado; no tienen aceras; ni cerca de protección.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto la muestra recolectada en la mezcla de nacientes El Bosque F3 y F4.
- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 23/09/2010
Canton: GUARCO		Recolectado por: ROBERTO FONSECA CHANTO	Conclusión análisis: 28/09/2010
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-08-03	Número reporte: 90843	Emisión reporte: 07/10/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
QUEBRADA ANTONIO VARGAS En la captación	8:45			93		43
QUEBRADA CARMEN PIEDRA En la captación	11:00			73		73
NACIENTE PIUSA 2 En tanque de reunión	12:00			Negativo		

- 1- Orden: 04355-10.
- 2- Reporte de campo: a) día soleado; b) la quebrada Antonio Vargas está fuera de uso.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TUCURRIQUE DE JIMÉNEZ: CENTRO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 28/04/2009
Canton: JIMÉNEZ		Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 03/05/2009
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-04-02	Número reporte: 81316	Emisión reporte: 14/05/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
MEZ. NAC. PALMICHAL: F1Y F2 TANQUE EL SITIO Y SABANILLAS	13:40			Negativo		
TANQUE EL SITIO Y SABANILLAS NACIENTE F 3	14:30	0,00		23		23
NACIENTE PULLY MEZCLA DE NACIENTES F 1 Y F 1A	14:45			Negativo		
Red: RED 1 Escuela Carlos Luis Valverde Vega	14:58	0,00		23		23
RED 1 Escuela Carlos Luis Valverde Vega	14:59	0,00		9.1		9.1
F 3 NACIENTE BOSQUE	15:25			3.6		3.6
TANQUE PRINCIPAL EL BOSQUE	15:30	0,40		Negativo		
TANQUE PRINCIPAL EL BOSQUE	15:31	0,40		Negativo		
Red: RED 2 Centro de Nutrición	15:45	0,10		Negativo		
RED 2 Centro de Nutrición	15:45	0,10		Negativo		
RED 3 Escuela Eduardo Peralta Jiménez	15:55	0,10		Negativo		
RED 3 Escuela Eduardo Peralta Jiménez	15:56	0,10		Negativo		

- 1- Orden: 01570-09. 2- Reporte de campo: a) las nacientes y los tanques se encuentran en buenas condiciones; b) según informan hay 17 casos de diarrea y vómito; c) la naciente y los tanques se encuentran en regulares condiciones higiénicas; d) la Dra. Viria Vega del EBAIS no facilitó información de las personas afectadas por lo fue imposible muestrear la casa de los afectados, e) día soleado. 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua la naciente F3, Escuela Carlos Luis Valverde y naciente F3 Bosque no cumplen los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.
- 5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TUCURRIQUE DE JIMÉNEZ: CENTRO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 28/08/2010	
Canton: JIMÉNEZ		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 01/09/2010	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-04-02		Número reporte: 90247	
				Emisión reporte: 03/09/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECAL		
MEZ. NAC. PALMICHAL: F1Y F2 Entrada tanque quiebragradiente	8:35	0,00		Negativo		
NACIENTE F 3	9:10	0,00		3		3
TANQUE EL SITIO Y SABANILLAS	9:25	0,00		Negativo		
Red: RED 1 Escuela Carlos Luis Valverde Vega	9:35	0,00		Negativo		
MEZ. NAC. EL BOSQUE: F3 Y F4	10:15	0,00		3.6		3.6
TANQUE PRINCIPAL EL BOSQUE	10:25	0,12		Negativo		
TANQUE PRINCIPAL EL BOSQUE NUEVO	10:35	0,00		Negativo		
Red: RED 2 Sr. Víctor Sanabria Chacón	10:40	0,31		Negativo		
RED 3 Restaurante Ying Ying	10:50	0,27		Negativo		
RED 4 Soda La Cocina de Leña	11:00	0,22		Negativo		
RED 4 Soda La Cocina de Leña	11:01	0,22		Negativo		

1- Orden: 03884-10.

2- Reporte de campo: a) los tanques se encuentran en buenas condiciones; b) tanque nuevo está en funcionamiento; c) día de verano.

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la Naciente F3 y mezcla de nacientes F3 y F4.

5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TUCURRIQUE DE JIMÉNEZ: SECTOR RADIO RUMBO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 29/04/2009
Canton: JIMÉNEZ		Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 03/05/2009
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-04-02	Número reporte: 81340	Emisión reporte: 14/05/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE F 2	12:00			Negativo		
NACIENTE F 2 A	12:10			9.1		9.1
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN VIEJO	12:15	0,00		Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN BALI	12:20	0,00		Negativo		
Red:						
RED 1 Sr. Carlos Solano Araya	12:40	0,00		Negativo		
RED 2 Sr. Osbaldo Araya Fernández	12:47	0,00		Negativo		
RED 3 Sr. Luis Araya Hernández	12:54	0,00		43		43
RED 3 Sr. Luis Araya Hernández	12:55	0,00		Negativo		

1- Orden: 01598-09. 2- Reporte de campo: a) según informan hay 17 casos de diarrea y vómito; b) la naciente y los tanques se encuentran en regulares condiciones higiénicas; c) a los tanques les hace falta cerca de protección; rótulos y candados de seguridad; d) la Dra. Viria Vega del EBAIS no facilitó información de las personas afectadas por lo fue imposible muestrear la casa de los afectados, e) no hay sistema de cloración, aplican una pastilla al tanque y desde el sábado no la ponen. 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli. 4- Xg red: CF = Neg NMP/100 mL 5- En este análisis puntual el agua en las nacientes F-2 y F-2A y red de distribución no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano ya que se detectó la presencia de E. coli, bacteria que ratifica el origen fecal de la contaminación y de Aeromonas hydrophila/caviae, microorganismo asociado a brotes de diarrea, disentería y gastroenteritis. La Gaceta, Capítulo, Artículo 6 Nivel 6.1 y 6.4. 3 de mayo del 2005 (adjunto reporte de microorganismos).

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TUCURRIQUE DE JIMÉNEZ: SECTOR RADIO RUMBO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 28/08/2010	
Canton: JIMÉNEZ		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 01/09/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-04-02	Número reporte: 90248		Emisión reporte: 03/09/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE F 2	11:40			43		15
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN VIEJO	11:50	0,11		12		12
NACIENTE F 2 A	12:03	0,00		39		3.6
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN BALI	12:12	0,55		Negativo		
Red:						
RED 1 Sr. Mario Solano Carvajal	12:35	0,21		Negativo		
RED 2 Sr. Gerardo Araya Portuguez	12:45	0,03		Negativo		
RED 3 Sr. Carlos Solano Araya	12:53	0,09		Negativo		
RED 4 Sr. Adrián Tortós Rojas	13:02	0,05		Negativo		

- 1- Orden: 03885-10.
- 2- Reporte de campo: a) nacientes y y tanques se encuentran en buenas condiciones; b) día de verano.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la naciente F2, nacientes F2A y tanque Viejo.
- 5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 22/08/2009	
Canton: GUARCO		Recolectado por: RODRIGO ARRONIS		Conclusión análisis: 26/08/2009	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-08-03		Número reporte: 83705	
				Emisión reporte: 04/09/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
QUEBRADA CARMEN PIEDRA	8:45			43		43
QUEBRADA ANTONIO VARGAS	9:20			Negativo		
NACIENTE PIUSA 2	9:00			23		23
TANQUE BARRIO LA CRUZ	9:45	0,14		Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO CURIETI 1	10:00	0,33		Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CURIETI 2	10:05	0,35		Negativo		
Red:						
BARRIO LA CRUZ Fam. Quesada Mora	10:35	0,22		Negativo		
CORAZÓN DE JESÚS Sr. Didier Chacón Alvarado	10:50	0,30		Negativo		
FÁTIMA Fam. Bolaños Alvarado	10:25	0,27		Negativo		

1- Orden: 03502-09.
2- Reporte de campo: a) Programa Sello de Calidad Sanitaria, análisis del control del Laboratorio Nacional de Aguas; b) le hace falta mantenimiento en las quebradas y naciente.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua, una vez que se somete al proceso de desinfección, cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 12/06/2009	
Canton: GUARCO		Recolectado por: EDGAR SERRANO		Conclusión análisis: 17/06/2009	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-08-03		Número reporte: 82299	
				Emisión reporte: 22/06/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
QUEBRADA ANTONIO VARGAS	9:00			43		43
QUEBRADA CARMEN PIEDRA	9:30			240		240
NACIENTE PIUSA 2	1:00			Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO CURIETI 1	10:30	0,80		Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CURIETI 2	10:40	0,81		Negativo		
TANQUE BARRIO LA CRUZ	11:10	0,86		Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN NINO ORTIZ	11:40	0,81		Negativo		
Red:						
BARRIO LA CRUZ						
Sr. Alexander Morales	12:00	0,80		Negativo		
FÁTIMA						
Sr. Juan Ramírez	12:10	0,80		Negativo		
CORAZÓN DE JESÚS						
Sr. Adonay Chacón	12:26	0,80		Negativo		

- Orden: 02328-09.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) el sistema se encuentra en buenas condiciones; c) el sistema de cloro por goteo, Sanilec 6 y 12.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto las muestras recolectadas en las quebradas Antonio Vargas y Carmen Piedra y en la naciente Piusa 2.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: JUCÓ DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 27/08/2008	
Canton: PARÁISO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 31/08/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 77584	Emisión reporte: 11/09/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 2: LUIS TORRES	10:00			Negativo		
TANQUE PEÑA 2	10:40			Negativo		
Red: RED 1 Sr. Luis Ramírez Ramírez	10:15			Negativo		
RED 2 Salón Comunal	10:23			3.6		3.6
RED 3 Sr. Manuel Rivera Villegas	10:30			3.6		3.6

1- Orden: 03485-08.}

2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) este acueducto se abastece con las mismas fuentes del acueducto de Orosi Centro; c) acueducto no clorado; d) el sistema de cloración está fuera de servicio; e) los tanques se encuentran en buenas condiciones.

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

4- En este análisis puntual el agua en la red de distribución no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano ya que se detectó la presencia de E. coli, bacteria que ratifica el origen fecal de la contaminación.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: JUCÓ DE OROSI		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 30/01/2010	
Canton: PARAÍSO		Recolectado por: MARLENE VIQUEZ		Conclusión análisis: 03/02/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 86399		Emisión reporte: 08/02/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 1: LUIS TORRES Dentro del tanque	9:30				Negativo	
TANQUE PEÑA 2 Dentro del tanque	9:40				Negativo	
Red: RED 1 Sra. Engracia Solano Arce	9:50				Negativo	
RED 2 Salón Comunal	10:55				Negativo	
RED 3 Soda Sol y Luna(R)	11:00				3.6	3.6

- Orden: 00346-10.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) día nublado; c) tanque Luis Torres 1 tiene una fuga pequeña por tubo.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la Soda Sol y Luna, punto que será remuestreado.
- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PACAYITAS DE LA SUIZA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 24/10/2009	
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: GERMAN SALAZAR		Conclusión análisis: 28/10/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-02	Número reporte: 84780		Emisión reporte: 03/11/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACAYITAS	8:30			Negativo		
TANQUE QUIEBRAGRADIENTE SAN VICENTE	9:15			Negativo		
Red: BARRIO ARAYA Sra- Zelmira Araya	9:45			3.6		3.6
CENTRO Escuela Pacayitas	10:10			9.1		9.1
BARRIO SAN VICENTE Trapiche Salmerón	10:40			Negativo		

1- Orden: 04475-09.
2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) acueducto no clorado.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- Xg red: CF = 3,2 NMP/100 mL
5- En este análisis puntual el agua en la red de distribución no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano ya que se detectó la presencia de E. coli, bacteria que ratifica el origen fecal de la contaminación.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PACAYITAS DE LA SUIZA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 16/05/2009	
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: GERMAN SALAZAR		Conclusión análisis: 19/05/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-02	Número reporte: 81529		Emisión reporte: 21/05/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACAYITAS	8:30				Negativo	
Red: BARRIO ARAYA Sr. Héctor Araya Salazar	9:00				Negativo	
CENTRO Super Samerón					Negativo	
TANQUE QUIEBRAGRADIENTE SAN VICENTE	10:05				Negativo	
Red: BARRIO SAN VICENTE Sr. Antonio Jiménez	10:20				Negativo	

- 1- Orden: 01837-09.
- 2- Reporte de campo: a) donde está la captación de la naciente se encontraba una culebra; b) acueducto no clorado; c) día soleado.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- Xg red: CF = Neg NMP/100 mL
- 5- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PACAYITAS DE LA SUIZA DE TURRIALBA	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 25/10/2008	
Canton: TURRIALBA	Recolectado por: HECTOR SALAZAR	Conclusión análisis: 28/10/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-02	Número reporte: 78550	Emisión reporte: 04/11/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACAYITAS	8:00			Negativo		
TANQUE QUIEBRAGRADIENTE SAN VICENTE	10:15			Negativo		
Red: BARRIO ARAYA Sr. Edwin Araya Salazar	8:35			Negativo		
CENTRO Planta Quesera Los Quirós	9:10			Negativo		
BARRIO SAN VICENTE Sr. Adan Jiménez Araya	9:35			Negativo		

- 1- Orden: 04296-08.
- 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) acueducto no clorado; c) nos comentan que hace como 22 días se presentaron algunos casos de diarrea.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- Xg red: CF = Neg NMP/100 mL
- 5- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PACAYITAS DE LA SUIZA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 03/04/2008	
Cantón: TURRIALBA		Recolectado por: ROBERTO FONSECA CHANTO		Conclusión análisis: 07/04/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-02	Número reporte: 75007		Emisión reporte: 08/04/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACAYITAS	10:30			Negativo		
TANQUE QUIEBRAGRADIENTE SAN VICENTE	10:45			Negativo		
Red: CENTRO Colegio Pacayitas	11:00			Negativo		
BARRIO ARAYA Sr. Edwin Araya Salazar	11:10			93		Negativo
BARRIO SAN VICENTE Escuela San Vicente	11:30			Negativo		

- Orden: 01167-08.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente carece de cerca de protección.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- Xg red: CF = 4,5 NMP/100 mL
- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PACAYITAS DE LA SUIZA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 06/03/2010	
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: JUAN CARLOS ROJAS ABARCA		Conclusión análisis: 09/03/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-02	Número reporte: 87007		Emisión reporte: 12/03/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACAYITAS Dentro Caja de reunión en la captación	10:00				Negativo	
TANQUE CLORACIÓN Dentro del tanque	10:10	0,20			Negativo	
TANQUE QUIEBRAGRADIENTE SAN VICENTE Dentro del tanque	10:35	0,10			Negativo	
Red: BARRIO ARAYA Sr. Gilberto Araya Salazar	10:55	0,10			Negativo	
CENTRO Escuela Pacayitas	11:10	0,00			Negativo	
BARRIO SAN VICENTE Sra. Sandra Quirós López	11:30	0,00			Negativo	

1- Orden: 0912-10.
2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) instalaron equipo de cloración en noviembre 2009; c) día con lluvia.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano. 5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 18/10/2008	
Canton: PARAÍSO		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 22/10/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 78470		Emisión reporte: 24/10/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA	9:15			3.6		3.6
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA	10:05			Negativo		
Red:						
RED 1						
Sr. Marcos Serrano Torres	10:40			7.3		7.3
RED 2						
Carnicería La Popular	10:50			Negativo		
RED 3						
Sra. Ileana Gómez Rojas	11:00			3.6		3.6
RED 3						
Sra. Ileana Gómez Rojas	11:01			9.1		9.1

- Orden: 04205-08.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente se encuentra en buenas condiciones, están por cambiar las tapas, tanques igual; c) día soleado; d) el sistema de cloro está malo.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua en el tanque cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.
- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 03/09/2008	
Canton: PARAÍSO		Recolectado por: RODRIGO ARRONIS		Conclusión análisis: 07/09/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 77711		Emisión reporte: 11/09/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA	9:30					
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA	10:10					
Red:						
RED 1						
Sr. German Serrano Araya	10:22			7.3		7.3
RED 2						
Sr. Juan Barquero Coto	10:30			7.3		7.3
RED 3						
Sra. Marielos Peña Astorga	10:40			3.6		3.6
RED 3						
Sra. Marielos Peña Astorga	10:40			Negativo		

1- Orden: 03620-08
2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente se le está haciendo las tapas metálicas, le hace falta pintura y cerca de protección; c) al tanque le están haciendo las tapas; d) día soleado; e) no están aplicando cloro en este momento.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua en la naciente Guábata y tanque Guábata cumplen los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 05/06/2010	
Canton: PARAÍSO		Recolectado por: GERMAN SALAZAR		Conclusión análisis: 09/06/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 88541		Emisión reporte: 17/06/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA	8:30				Negativo	
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA	9:15				3.6	3.6
Red:						
RED 1						
Bazar Jorpa	10:15	0,17			Negativo	
RED 2						
Sra. Ileana Gómez Rojas	10:30	0,17			Negativo	
RED 3						
Soda El Divino Niño	10:45	0,16			Negativo	

- Orden: 02347-10.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la cloración cada 8 días.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en el tanque de almacenamiento Guábata.
- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 05/06/2010	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GERMAN SALAZAR	Conclusión análisis: 09/06/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 88541	Emisión reporte: 17/06/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA	8:30			Negativo		
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA	9:15			3.6		3.6
Red: RED 1 Bazar Jorpa	10:15	0,17		Negativo		
RED 2 Sra. Ileana Gómez Rojas	10:30	0,17		Negativo		
RED 3 Soda El Divino Niño	10:45	0,16		Negativo		

1- Orden: 02347-10.

2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la cloración cada 8 días.

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en el tanque de almacenamiento Guábata.

5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 30/01/2010
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 03/02/2010
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 86402
		Emisión reporte: 08/02/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA	8:35			23		23
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA	9:25			Negativo		
Red:						
RED 1						
Sr. Misael Serrano Montenegro	9:55	0,30		Negativo		
RED 2						
Soda El Divino Niño	10:05	0,30		Negativo		
RED 3						
Sr. Alberto Sandoval Brenes	10:15	0,30		Negativo		
RED 3						
Sr. Alberto Sandoval Brenes	10:16	0,30		Negativo		

- 1- Orden: 00349-10.
- 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente y el tanque se encuentran en buenas condiciones; c) día oscuro.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la naciente Guábata.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 27/11/2009	
Canton: PARAÍSO		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 01/12/2009	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-02-03		Número reporte: 85473	
				Emisión reporte: 04/12/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA	9:15			15		3.6
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA	9:40			Negativo		
Red:						
RED 1						
Sr. Félix Gómez Peña	10:05			Negativo		
RED 2						
Centro de Nutrición	10:20			Negativo		
RED 3						
Escuela Mixta Palomo	10:30			Negativo		
RED 3						
Escuela Mixta Palomo	10:31			Negativo		

- Orden: 05093-09.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente y el tanque se encuentran en buenas condiciones; c) día con lluvia.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua en el tanque y red de distribución cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.
- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 20/01/2009	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 24/01/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 80068	Emisión reporte: 02/02/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA	8:00				Negativo	
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA	8:45	0,90			Negativo	
Red: RED 1 Sra. Bertilia Fernández Barquero	9:05	0,70			Negativo	
RED 2 Sr. Andrés Montoya Quesada	9:15	0,70			Negativo	
RED 3 Sr. Francisco Peña Coto	9:25	0,70			Negativo	
RED 3 Sr. Francisco Peña Coto	9:26	0,70			Negativo	

- 1- Orden: 00220-09.
- 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente se encuentra en regular condiciones, porque están por cambiar las tapas de la naciente y el tanque y le hace falta cerca de protección; c) clima soleado.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PALOMO DE OROSI CENTRO	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 13/11/2010	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: RODRIGO ARRONIS	Conclusión análisis: 16/11/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 91750	Emisión reporte: 22/11/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GUÁBATA Dentro de captación	10:35				Negativo	
TANQUE ALMACENAMIENTO GUÁBATA Dentro del tanque	11:05	0,60			Negativo	
Red:						
RED 1 Sra. Carmen Solano Fernández	11:25	0,40			Negativo	
RED 2 Restaurante Sabalito Alegre	11:40	0,50			Negativo	
RED 3 Sra. Maribel Siles	11:55	0,60			Negativo	
RED 4 Soda Divino Niño	12:10	0,50			Negativo	

- 1- Orden: 05210-10.
- 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) nublado con lloviznas leves.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SAN JUAN SUR DE CORRALILLO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 19/09/2009	
Canton: CARTAGO		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 22/09/2009	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-01-07		Número reporte: 84084	
				Emisión reporte: 29/09/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LA ORTIGA	9:40				Negativo	
TANQUE OMAR NAVARRO	10:00	0,18			Negativo	
TANQUE JOSÉ VALVERDE	10:25	0,18			Negativo	
Red:						
RED 1						
Sra. Olga Navarro Jiménez	11:00	0,16			Negativo	
RED 2						
Cruz Roja	11:10	0,15			Negativo	
RED 3						
Lubricentro San Juan sur	11:20	0,12			Negativo	
RED 3						
Lubricentro San Juan sur	11:21	0,12			Negativo	

1-Orden: 03906-09.
2- Reporte de campo: a) la muestra de la naciente se toma antes del tanque; b) los tanques se encuentran en buenas condiciones.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.
5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: JUCÓ DE OROSI		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 29/11/2008	
Canton: PARAÍSO		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 03/12/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 79137		Emisión reporte: 11/12/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
Red: RED 1 Sra. Ingracia Serrano Arce	8:30			3		3
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 2: LUIS TORRES	8:40			Negativo		
Red: RED 2 Sr. Luis Arce Ramírez	8:50			Negativo		
RED 3 Salón Comunal	9:00			3.6		3.6
TANQUE PEÑA 2	9:10			9.1		9.1

- Orden: 04919-08.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) este acueducto se abastece con las mismas nacientes del Acueducto de Orosi; c) acueducto no clorado; d) el tanque se encuentra en buenas condiciones; e) clima soleado.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual únicamente el agua en el tanque de distribución 2 (Luis Torres) cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.
- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: JUCÓ DE OROSI		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 21/11/2009	
Canton: PARAÍSO		Recolectado por: HECTOR SALAZAR		Conclusión análisis: 25/11/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 85363		Emisión reporte: 02/12/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE JUCÓ	7:10			Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 2: LUIS TORRES	8:30			3.6		3.6
TANQUE JUCÓ PEQUEÑO	9:10			Negativo		
Red:						
RED 1						
Sr. Antonio Picado Cruz	8:00			Negativo		
RED 2						
Sr. Hernán Brenes Siles	8:35			Negativo		
RED 3						
Sr. Hernán Siles Madrigal	9:30			Negativo		

- 1- Orden: 04968-09.
2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente Abraham está fuera de operación; c) no se detecta residual de cloro porque el equipo está malo.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en el tanque de distribución Luis Torres.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: JUCÓ DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 20/01/2009	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 24/01/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 80070	Emisión reporte: 02/02/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Primer usuario: Sr. Luis Torres	11:40					Negativo
Red: RED 1 Sra. Engracia Serrano Arce	11:55					Negativo
RED 2 Sr. Luis Ramírez Ramírez	12:02					Negativo
RED 3 Salón comunal	12:10					Negativo
TANQUE PEÑA 2	12:20					Negativo

- 1- Orden: 00222-09.
- 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) este acueducto se abastece con las fuentes del acueducto de Orosi; c) día soleado.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.
- 5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SAN JUAN SUR DE CORRALILLO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 05/06/2010	
Canton: CARTAGO		Recolectado por: HECTOR SALAZAR		Conclusión análisis: 09/06/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-01-07	Número reporte: 88540		Emisión reporte: 17/06/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LA ORTIGA	8:00			Negativo		
TANQUE OMAR NAVARRO	8:45			23		23
TANQUE JOSÉ VALVERDE	9:10	0,00		23		23
Red:						
RED 1						
Sra. Olga Navarro Jiménez	9:30	0,00		23		23
RED 2						
Sra. Marielos Ribera Romero	10:00	0,00		23		23
RED 3						
Super El Punto	10:30			23		23

1- Orden: 02346-10.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- En este análisis puntual únicamente el agua de la naciente cumple los criterios microbiológicos para consumo humano.

4- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución. 5- La densidad de coliformes detectada pone de manifiesto la necesidad de comunicar a los usuarios que deben hervir el agua antes de consumirla hasta tanto no se implementen las medidas correctivas.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SANTA CRUZ DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 08/08/2009
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: HECTOR SALAZAR	Conclusión análisis: 12/08/2009
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-04	Número reporte: 83397	Emisión reporte: 18/08/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE EL CARAGRA Captación(R)	8:00			Negativo		
NACIENTE CEDRO Captación(R)	8:55			Negativo		
NACIENTE EL TIRRA Captación(R)	9:30			3.6		3.6
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN EL PATAL(R)	12:30			Negativo		
TANQUE LA CRUZ(R)	12:10			3.6		3.6
TANQUE SAN RAFAEL(R)	11:25			9.1		9.1
TANQUE VERBENA NORTE(R)	10:30			Negativo		
Red: SANTA CRUZ Oficina del Acueducto(R)	12:30			3.6		3.6
EL CARMEN Abastecedor El Llano(R)	11:45			3.6		3.6
SAN RAFAEL Iglesia Católica(R)	11:05			3.6		3.6
VERBENA NORTE Sra. Isabel Guillén Sancho(R)	10:45			Negativo		

1- Orden: 03268-09.

2- Reporte de campo: a) la naciente Verbena está fuera de operación; c) no hay cloro; d) cloradores en reparación; e) el agua presenta un sabor ácido.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- En este análisis puntual el agua de la naciente El Caragra, Naciente Cedro y tanque Verbena Norte cumplen los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SAN JUAN SUR DE CORRALILLO	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 05/06/2010	
Canton: CARTAGO	Recolectado por: HECTOR SALAZAR	Conclusión análisis: 09/06/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-01-07	Número reporte: 88540	Emisión reporte: 17/06/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LA ORTIGA	8:00			Negativo		
TANQUE OMAR NAVARRO	8:45			23		23
TANQUE JOSÉ VALVERDE	9:10	0,00		23		23
Red: RED 1 Sra. Olga Navarro Jiménez	9:30	0,00		23		23
RED 2 Sra. Marielos Ribera Romero	10:00	0,00		23		23
RED 3 Super El Punto	10:30			23		23

1- Orden: 02346-10.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- En este análisis puntual únicamente el agua de la naciente cumple los criterios microbiológicos para consumo humano.

4- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución. 5- La densidad de coliformes detectada pone de manifiesto la necesidad de comunicar a los usuarios que deben hervir el agua antes de consumirla hasta tanto no se implementen las medidas correctivas.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SANTA CRUZ DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 15/01/2010	
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: GERMAN SALAZAR		Conclusión análisis: 19/01/2010	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-05-04		Número reporte: 86214	
				Emisión reporte: 22/01/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE EL CARAGRA	8:45				Negativo	
NACIENTE CEDRO	9:30				Negativo	
NACIENTE EL TIRRA	10:15				3.6	3.6
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN EL PATAL	10:45	0,20			Negativo	
TANQUE LA CRUZ	11:05	0,21			Negativo	
TANQUE SAN RAFAEL	11:25	0,17			Negativo	
TANQUE VERBENA NORTE	11:50	0,18			Negativo	
Red:						
VERBENA NORTE						
Sr. Uriel Mora	12:10	0,20			Negativo	
SAN RAFAEL						
Rancho La Cabaña	12:30	0,21			Negativo	
EL CARMEN						
Merendero La Plaza	12:50	0,39			Negativo	
SANTA CRUZ						
Chicharronera Los JTabos	1:10	0,33			Negativo	

1- Orden 0157-10. 2- Reporte de campo: a) acueducto clorado; b) las nacientes Caragra, El Cedro y El Tirra, tienen un sabor amargo e irrita la vista, c) día soleado.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la naciente El Tirra..

4- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SANTA ELENA DE CORRALILLO DE CARTAGO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 06/12/2008
Canton: CARTAGO		Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 10/11/2008
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-01-07	Número reporte: 79286	Emisión reporte: 01/01/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
MEZCLA DE NACIENTES Tanque:Chola Cordero y Ismael Navarro	9:30				Negativo	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1	9:45				Negativo	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2	9:58			9.1		9.1
Red:						
RED 1 Sr. Mario Salmerón Solano	10:25				Negativo	
RED 2 Sr. Guillermo Calderón Zúñiga	11:10				Negativo	
RED 3 Sr. Gerardo Castillo Martinez	11:20				Negativo	

1- Orden: 05062-08

2- Reporte de campo: a) la mezcla de la naciente se recolecta a la entrada del tanque el motivo es por mucha distancia y difícil el acceso, además el fontanero se encuentra en un retiro y me acompaña la señora Martiza Alvarado; b) tienen un sistema de cloración pero hoy no está trabajando; c) día soleado; d) los tanques se encuentran en buenas condiciones sanitarias los tanques 1 y 2 les hace falta cerca de protección y pintura.

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto la muestra recolectada en el tanque de almacenamiento 2.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SANTA ELENA DE CORRALILLO DE CARTAGO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 27/06/2010	
Canton: CARTAGO		Recolectado por: GERMAN SALAZAR		Conclusión análisis: 02/07/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-01-07	Número reporte: 89095		Emisión reporte: 05/07/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE CHOLA CORDERO	9:00			Negativo		
NACIENTE ISMAEL NAVARRO	9:45			Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1	10:20			Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2	10:45			Negativo		
Red: RED 1 Pulperia La Plaza	11:10			Negativo		
RED 2 Sra. Giselle Barrientos	11:25			3.6		3.6
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 3 (PARTE BAJA)	11:55			Negativo		
Red: RED 3 Sr. Marvin Montoya Rojas	12:20			3.6		3.6

- 1- Orden: 02770-10.
2- Reporte de campo: a) acueducto no clorado; se dejó de aplicar cloración por cambio del sistema de cloración; b) las nacientes están totalmente desprotegidas y con candados abiertos, c) uno de los tanques no tiene candado.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua en las nacientes y tanques cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: TOBOSI DE EL GUARCO: SECTOR NORTE Y SUR		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 28/05/2008	
Canton: GUARCO		Recolectado por: LESLIE CANALES LEIVA		Conclusión análisis: 02/06/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-08-03	Número reporte: 75990		Emisión reporte: 05/06/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
Red: M DE NTE CARMEN PIEDRA Y ANTONIO	11:30			43		43
NACIENTE EL MORAL	11:45			15		7.3
NACIENTE PIUSA 2	12:00			460		460
TANQUE DE ALMACENAMIENTO CURIETI 1	12:15	0,03		5		5
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CURIETI 2	12:30	0,01		1		1
TANQUE BARRIO LA CRUZ	12:45	1,13		Negativo		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN NINO ORTIZ	13:00	0,51		Negativo		
Red: BARRIO LA CRUZ Fam. Muñoz Fernández	13:15	0,21		Negativo		
FÁTIMA Fam. Bolaños Alvarado	13:30	0,00		Negativo		
CORAZÓN DE JESÚS Fam. Gúzman Calvo	13:45	0,00		Negativo		

- Orden: 02028-08.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) acueducto clorado con Clorid L-30 y un Sanilec B-6, los cuales están funcionando pero la dosis no es la adecuada.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua, una vez que se le aplica desinfección, cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: ALTO CRUZ DE TURRIALBA	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 21/06/2008	
Canton: TURRIALBA	Recolectado por: GERMAN SALAZAR	Conclusión análisis: 24/06/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-01	Número reporte: 76408	Emisión reporte: 04/07/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 ml ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LA RONCHA	8:30	0,00		Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	9:10	0,10		Negativo		
Red: RED 1 Sra. Xinia Salazar Martínez	9:40			Negativo		
RED 2 Sr. José Joaquín Zúñiga	9:55	0,00		Negativo		
RED 3 Sr. Oscar Madriz Ortiz	10:10	0,00		Negativo		

- 1- Orden: 02477-08.
- 2- Reporte de campo: esta naciente y el tanque de almacenamiento abastecen parte de la municipalidad de Turrialba.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.
- 5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: ALTO CRUZ DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 22/11/2009	
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: GERMAN SALAZAR		Conclusión análisis: 27/11/2009	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-05-01		Número reporte: 85370	
				Emisión reporte: 04/12/2009	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LA RONCHA	8:30			1100		1100
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	9:25	0,08		Negativo		
Red:						
RED 1						
Sr. Jose Joaquin Zúñiga	10:00	0,07		Negativo		
RED 2						
Sr. Óscar Madriz	10:20	0,06		Negativo		
RED 3						
Sr. Efrain Vargas(R)	10:40	0,15		3		3

- 1- Orden: 04975-09.
- 2- Reporte de campo: a) día lluvioso; b) este acueducto es clorado; c) va hacer asumido por la municipalidad de Turrialba la cual brinda la aplicación de la cloración.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la naciente La Roncha y en la casa de Efrain Vargas, éste último punto será remuestreado.
- 5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: BERMEJO DE QUEBRADILLA DE CARTAGO: NACIENTE LA CEMENTERA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 14/07/2007
Canton: CARTAGO		Recolectado por: GERMAN SALAZAR	Conclusión análisis: 17/07/2007
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-01-11	Número reporte: 70783	Emisión reporte: 17/07/2007

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LA CEMENTERA(r)	10:10			15		15
POZO JOSÉ ALFARO(r)	10:30			Negativo		
T. ALMACENAMIENTO LA CEMENTERA(r)	10:50			Negativo		
Red:						
RED 1						
Sr. José Miguel Hidalgo(r)	11:15			21		21
RED 2						
Mini Super Vick(r)	11:25			Negativo		
RED 3						
Fam. Arias Hidalgo(r)	11:35			3.6		3.6

1- Orden: 02944-07. 2- Reporte de campo: remuestreo del 07/07/2007.

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli. 4- En este análisis puntual persiste la presencia de indicadores de contaminación en el agua de la naciente y en la red de distribución, razón por la cual, el agua no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

(r): Remuestreo

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: BERMEJO DE QUEBRADILLA DE CARTAGO: SISTEMA EL COMÚN		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 27/11/2010
Canton: CARTAGO		Recolectado por: GERMAN SALAZAR	Conclusión análisis: 01/12/2010
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-01-11	Número reporte: 92090	Emisión reporte: 03/12/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE EL COMUN 1	9:00			9,1		9,1
NACIENTE EL COMUN 2	9:30			15		15
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	9:50	0,52		2,2		2,2
Red:						
RED 1						
Sr. Edgar Quesada Arias	10:10	0,46		Negativo		
RED 2						
Sr. Hector Quesada	10:25	0,61		Negativo		
RED 3						
Sr. Víctor Quesada Quesada	10:40	0,34		5,1		5,1
RED 4						
Sr. Rafael Quesada	10:55	0,25		9,2		2,2

1- Orden: 05529-10.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- En este análisis puntual el agua no cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CALLE BARQUERO DE PALOMO DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 06/09/2008
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 10/09/2008
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-30	Número reporte: 77772
		Emisión reporte: 02/10/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
MEZCLA DE NACIENTES Ent.al Tanque: Nac Barquero y Sitios 2	7:15			3.6		3.6
NACIENTE BANANAL	7:25			Negativo		
TANQUE CALLE BARQUERO	7:35	0,00		3.6		3.6
Red: RED 1 Sr. Rafael Serrano Araya	8:10	0,00		Negativo		
RED 2 Sr. Eduardo Serrano Sandoval	8:18	0,00		3.6		Negativo
RED 3 Sr. René Cruz Castro	8:25	0,00		3.6		3.6
RED 3 Sr. René Cruz Castro	8:26	0,00		Negativo		

- 1- Orden: 03681-08.
2- Reporte de campo: a) el tanque se encuentra en regulares condiciones higiénicas; b) día soleado.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto la muestra recolectada en la naciente Bananal.
5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CALLE BARQUERO DE PALOMO DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 21/02/2009	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: HECTOR SALAZAR	Conclusión análisis: 25/02/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-30	Número reporte: 80459	Emisión reporte: 04/03/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44,5° C
			TOTALES	FECALES		
MEZCLA DE NACIENTES	7:20			11		11
NACIENTE BANANAL	8:00			9.1		9.1
TANQUE CALLE BARQUERO	8:30	0,66		Negativo		
Red:						
RED 1						
Sra. Patricia Sandoval Brnes	11:00	1,40		Negativo		
RED 2						
Sra. Rosalia Fernández Barquero	11:20	1,13		Negativo		
RED 3						
Sr. Rodrigo Ureña Umaña	11:45	1,11		Negativo		

1- Orden:00637-09.

2- Reporte de camp: día oscuro con lluvia .

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

4- En este análisis puntual el agua en el tanque y red de distribución cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

5- Se recomienda mantener un residual máximo de 0,8 mg/L de cloro en los puntos de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CALLE BARQUERO DE PALOMO DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 06/02/2010	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 09/02/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-30	Número reporte: 86500	Emisión reporte: 22/02/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE BANANAL	8:00			Negativo		
MEZCLA DE NACIENTES Mezcla de 4 nacientes Barquero	8:45			Negativo		
TANQUE CALLE BARQUERO	8:50			Negativo		
Red: RED 1 Sr. Jorge Serrano Araya	10:40	0,40		Negativo		
RED 2 Sr. Joaquin Sandoval Guillén	16:50	0,40		Negativo		
RED 3 Sra. Alis Peña Sánchez	11:00	0,40		Negativo		

- Orden: 0454-10.
- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) a la captación de la naciente Bananal le hace falta tapas, pintura, cerca de protección y rótulos; además, tiene una tapa de cemento, sin embargo, no es la recomendada; c) tanque de almacenamiento se encuentra en buenas condiciones; d) día de verano.
- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CALLE EL CARMEN DE LA SUIZA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 03/11/2007
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: GERMAN SALAZAR	Conclusión análisis: 06/11/2007
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-02	Número reporte: 72725	Emisión reporte: 20/11/2007

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE DELGADA	8:30				Negativo	
NACIENTE MORA	8:55				Negativo	
TANQUE LOS MORA	9:30	1,00			Negativo	
Red:						
RED 1 Sr. Róger Navarro Granados	9:55	1,00			Negativo	
RED 2 Sr. Jorge Molina Rodríguez	10:05	1,20			Negativo	
RED 3 Sr. Victor M. Astorga S.	10:15	1,20			Negativo	

1- Orden: 04683-07. 2- Reporte de campo: el tanque de almacenamiento tiene la tapa quebrada y sin candados.

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli. 4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano. 5- Se recomienda mantener un residual máximo de 1,0 mg/L de cloro en los puntos de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CALLE EL CARMEN DE LA SUIZA DE TURRIALBA	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 12/09/2009	
Canton: TURRIALBA	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 15/09/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-02	Número reporte: 84008	Emisión reporte: 29/09/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LOS MORA Entrada al tanque	9:00				Negativo	
NACIENTE DELGADA Entrada al tanque	9:15				Negativo	
TANQUE LOS MORA	9:25	0,34			Negativo	
Red:						
RED 1 Sr. Carlos Gutiérrez Saénz(R)	9:45	0,39			27	
RED 2 Sra. Clara Vargas Benavides	9:55	0,21			Negativo	
RED 3 Sr. Róger Álvarez Arce	10:07	0,28			Negativo	

- 1- Orden: 03824-09.
2- Reporte de campo: a) los tanques se encuentran en buenas condiciones y le hace falta de protección y rótulo; b) sistema de cloro con clorid.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la casa del Sr. Carlos Gutiérrez Saénz, punto que será remuestreado.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CAÑÓN DE SAN ISIDRO DE EL GUARCO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 20/10/2007
Canton: GUARCO		Recolectado por: RODRIGO ARRONIS	Conclusión análisis: 24/10/2007
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-08-02	Número reporte: 72311	Emisión reporte: 24/10/2007

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 ml ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
MEZCLA DE NACIENTES EL HUMO	8:30				Negativo	
CAPTACIÓN AUXILIAR	8:45				20	20
T. DE ALMACENAMIENTO MADRE SELVA	9:30	0,30			Negativo	
Red: MACHO GAFF Sr. Víctor Gómez Vázquez	9:50	0,30			Negativo	
CAÑÓN Sr. Elisa Robles Salazar	10:10	0,00			Negativo	
DAMITAS Bar Damitas	10:30	0,30			Negativo	

1- Orden: 04432-07.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli. 3- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto la muestra recolectada en la captación auxiliar. 4- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CAÑÓN DE SAN ISIDRO DE EL GUARCO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 03/11/2009
Canton: GUARCO		Recolectado por: GERMAN SALAZAR	Conclusión análisis: 08/11/2009
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-08-02	Número reporte: 84908	Emisión reporte: 13/11/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44,5° C
			TOTALES	FECALES		
MEZCLA DE NACIENTES EL HUMO	10:00			Negativo		
T. DE ALMACENAMIENTO MADRE SELVA	10:45	0,00		Negativo		
CAPTACIÓN AUXILIAR	11:15	0,00		9.1		9.1
TANQUE DE BOMBEO	11:40	0,00		Negativo		
Red:						
MACHO GAFF						
Escuela Macho Gaff	12:10	0,00		Negativo		
DAMITAS						
Pulperia Las Damitas	12:30	0,33		Negativo		
CAÑÓN						
Oficina del Acueducto(R)	13:00	0,00		3.6		3.6

1- Orden: 04614-09.
2- Reporte de campo: a) acueducto clorado; se aplica en el tanque de almacenamiento Madre Selva y la muestra de agua se recolectó en el tubo de lavado se obtuvo un residual de cloro es de 0,00 mg/mL; b) en el punto Barrio Damitas el residual de cloro es de 0.33 mg/mL y de 0,35 mg/mL.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto en la captación auxiliar y en la Oficina del Acueducto, éste último punto será remuestreado.
5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.
(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CARMEN LYRA DE TURRIALBA	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 12/11/2005	
Canton: TURRIALBA	Recolectado por: RODRIGO ARRONIS	Conclusión análisis: 16/11/2005	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-01	Número reporte: 59596	Emisión reporte: 23/11/2005

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE 1 Quebragradiente	11:05				Negativo	
NACIENTE 2 Quebragradiente	11:20				43	43
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	11:40	0,40			Negativo	
Red:						
RED 1 Sr. Edgar Marin	12:00	0,30			Negativo	
RED 2 Sr. Luis Marin	12:10	0,30			Negativo	
RED 3 Escuela Carmen Lyra(R)	12:20	0,30			2.2	Negativo

1- Reporte de campo: a) las muestras de las nacientes se recolectaron en los quebragradientes porque las captaciones están selladas; b) el tanque metálico es aéreo.

2- Fuentes no cloradas: evaluadas con criterio de calidad de AyA. Valor recomendado: negativo por coliformes fecales; valor máximo admisible: 4 CF/100 mL siempre y cuando no se detecte la presencia de E. coli. Acueductos clorados: evaluados con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales.

3- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto la muestra de la Naciente 2 recolectada en el quebragradiente y en la Escuela Carmen Lyra, este último punto será remuestreado.

4- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,5 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CARMEN LYRA DE TURRIALBA	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 03/12/2005	
Canton: TURRIALBA	Recolectado por: CARLOS MEJIA	Conclusión análisis: 06/12/2005	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-01	Número reporte: 60190	Emisión reporte: 06/12/2005

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 ml ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
Red: RED 3 Escuela Carmen Lyra(r)	8:50	0,00		Negativo		

1- Reporte de campo: remuestreo del 12-11-2005.
2- Acueductos clorados: evaluados con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales.
3- En este análisis puntual no persiste la presencia de indicadores de contaminación en el punto remuestreado, razón por la cual, el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

(r): Remuestreo

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: ALTO CRUZ DE TURRIALBA	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 15/11/2008	
Canton: TURRIALBA	Recolectado por: GERMAN SALAZAR	Conclusión análisis: 19/11/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-01	Número reporte: 78875	Emisión reporte: 19/11/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 ml ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE LA RONCHA(R)	8:45				Negativo	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO(R)	9:20	0,41			Negativo	
Red:						
RED 1						
Sr. Jorge Solano N.(R)	9:50	0,29			11	
RED 2						
Sr. José Zúñiga Fernández(R)	10:05	0,40			8	
RED 3						
Sr. Oscar Madriz Ortiz(R)	10:30	0,58			9	

1- Orden: 04645-08.

2- Reporte de campo: la naciente Roncha abastece al sector de Alto Cruz y parte de la municipalidad de Turrialba.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- En este análisis puntual el agua en la red de distribución no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano ya que se detectó la presencia de E. coli, bacteria que ratifica el origen fecal de la contaminación.

4- Debido a los resultados obtenidos y por haberse presentado un brote de diarrea y vómitos que involucra a más de 400 casos, se procederá a repetir todo el muestreo.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: ALTO CRUZ DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 29/11/2008	
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: EDGAR SERRANO		Conclusión análisis: 02/12/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-01	Número reporte: 79134		Emisión reporte: 09/12/2008	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
Red: RED 1 Sr. Godwall Martínez	8:52	0,46			Negativo	
RED 2 Sr. Eugenio Navarro	9:13	0,77			Negativo	
RED 3 Sr. Nelson Bins	9:26	0,71			Negativo	

1- Orden: 04916-08. 2- Reporte de campo: a) día soleado; b) se abastecen de la misma fuente del sistema de La Guaria de Turrialba (naciente La Roncha 2) y el tanque de almacenamiento (Selim) operado por la Municipalidad de Turrialba.3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli. 4- En este análisis puntual no persiste la presencia de indicadores de contaminación en el punto remuestreado, razón por la cual, el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano. 5- Este muestreo se realiza como control post reparaciones de la tubería, después de acontecido el brote de diarrea del 20 de noviembre del 2008.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: ALTO CRUZ DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 20/11/2008
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: EDGAR SERRANO	Conclusión análisis: 28/11/2008
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-01	Número reporte: 78961	Emisión reporte: 26/11/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 ml ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
Red:						
RED 1 Sr. Enrique Solano M.	10:10	0,50			Negativo	
RED 2 Sr. José Ramírez V.	10:48	1,00			Negativo	
RED 3 Sr. Carlos Chávez	11:10	0,66			Negativo	

1- Orden: 04736-08.
 2- Reporte de campo: a) día lluvioso; b) este sistema se abastece con agua de la misma naciente y tanque del sistema La Guaria de Turrialba que es administrado por la municipalidad de Turrialba; c) muestreo debido a que se presentaron más de 300 casos de diarrea y vómito. 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
 4- En este análisis puntual el agua en la red de distribución no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano ya que se detectó la presencia de Aeromonas hydrophila, este microorganismo, está asociado a brotes de diarrea y gastroenteritis. (La Gaceta #84, Capítulo II, Artículo Nivel 4. 3 de mayo de 2005).

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: CARMEN LYRA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 13/11/2009
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 18/11/2009
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-01	Número reporte: 85113	Emisión reporte: 20/11/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE 2	8:30			43		43
NACIENTE 1	9:45			150		93
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	10:30	0,13		14		14
Red:						
RED 1 Escuela Carmen Lyra	11:00	0,00		18		18
RED 2 Sr. Edgar Marín Castillo	11:20	0,03		17		17
RED 3 Oficina del Acueducto	11:40	0,09		23		23

1- Orden: 04833-09.
2- Reporte de campo: a) acueducto clorado; b) día con lluvia.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua no cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.
5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.
6- La densidad de coliformes detectada pone de manifiesto la necesidad de comunicar a los usuarios que deben hervir el agua antes de consumirla hasta tanto no

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: GAVILÁN 2 DE PALOMO DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 06/09/2008	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 10/09/2008	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 77773	Emisión reporte: 02/10/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GAVILÁN 2	9:30			Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	9:55			Negativo		
Red: RED 1 Sr. Edgar Chavarria Solano	10:15			Negativo		
RED 2 Sr. Fernando Sánchez Brenes(R)	10:23			3.6		3.6
RED 3 Sra. Nidia Quirós Jiménez	10:30			Negativo		

1- Orden: 03682-08.

2- Reporte de campo: a) a la naciente se la van hacer mejoras, en este momento se encuentra en malas condiciones; b) el tanque lo tapan con lata de zinc.

3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

4- Xg red: CF = 1,5 NMP/100 mL

5- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano excepto la muestra recolectada en la casa del Sr. Fernando Sánchez, este punto será remuestreado.

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: GAVILÁN 2 DE PALOMO DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 14/02/2009	
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: HECTOR SALAZAR	Conclusión análisis: 16/02/2009	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 80377	Emisión reporte: 20/02/2009

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE GAVILÁN 2	7:20					
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	8:15	0,00			Negativo	
Red: RED 1 Sra. Alejandra Jiménez Peña	8:40	0,00			Negativo	
RED 2 Sra. Lourdes Serrano Barquero	9:00	0,00			Negativo	
RED 3 Sr. Rodrigo Barquero Coto	11:15	0,00			Negativo	

1-Orden:0553-09.

2- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.

3- Xg red: CF = Neg NMP/100 mL

4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: GAVILÁN 2 DE PALOMO DE OROSI	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 06/02/2010
Canton: PARAÍSO	Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 09/02/2010
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-02-03	Número reporte: 86502
		Emisión reporte: 22/02/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FÉCALES		
NACIENTE GAVILÁN 2 Antes del tanque	11:45				Negativo	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO					Negativo	
Red:						
RED 1 Sr. Allan Granados Peña	12:22	0,20			Negativo	
RED 2 Sr. German Chavarria Pereira	12:31	0,20			Negativo	
RED 3 Sr. José Quirós Coto	12:40	0,20			Negativo	

- 1- Orden: 0456-10.}
- 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) el tanque se encuentra en regular condición; c) día de verano.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- Xg red: CF = Neg NMP/100 mL
- 5- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.
- 6- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: EL MORA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 06/11/2008
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 11/11/2008
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-09	Número reporte: 78731	Emisión reporte: 13/11/2008

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACO CORDERO	12:50			3.6		Negativo
TANQUE EL MORA	13:35			3.6		Negativo
Red:						
RED 1						
EBAIS	14:10			3.6		Negativo
RED 2						
Sr. David Row Rivera	14:20			9.1		Negativo
RED 3						
Escuela Dr. Valeriano Fernández F.(R)	11:45			9.1		3.6
RED 3						
Escuela Dr. Valeriano Fernández F.	11:46			3.6		Negativo

- 1- Orden: 04494-08.
2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) la naciente se encuentra en buenas condiciones; pero le hace falta protección, c) el tanque se encuentra en muy buenas condiciones es nuevo; d) día soleado.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- Xg red: CF = 5,7 NMP/100 mL
5- En este análisis puntual el agua no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano .

(R): Punto a remuestrear

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: EL MORA DE TURRIALBA		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 04/12/2010	
Canton: TURRIALBA		Recolectado por: ROBERTO FONSECA CHANTO		Conclusión análisis: 07/12/2010	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-05-09		Número reporte: 92189	
				Emisión reporte: 09/12/2010	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACO CORDERO Entrada al tanque	8:15				Negativo	
TANQUE EL MORA En el tanque	8:30	0,20			Negativo	
Red:						
RED 1 Sra. Hayde Solís Montoya	8:50	0,20			Negativo	
RED 2 Sr. David Row Rivera	9:00	0,20			Negativo	
RED 3 Sr. Manuel González P.	9:05	0,20			Negativo	
RED 4 Oficina ASADA	9:10	0,20			Negativo	

1- Orden: 05640-10.
2- Reporte de campo: a) acueducto clorado a partir de noviembre del 2010; por medio de un equipo accuntas.
3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
4- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.
5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L y máximo de 0,6 mg/L de cloro en los puntos de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: EL MORA DE TURRIALBA	Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS	Recolección: 10/07/2010	
Canton: TURRIALBA	Recolectado por: ROBERTO FONSECA CHANTO	Conclusión análisis: 14/07/2010	
Provincia: CARTAGO	Localización: 3-05-09	Número reporte: 89342	Emisión reporte: 28/07/2010

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		IDENTIFICACION COLIFORMES	NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE PACO CORDERO En la captación	9:25			43		43
TANQUE EL MORA En el tanque	10:00			7.3		7.3
Red:						
RED 1 Ferretería Anita	10:10			23		23
RED 2 Sr. David Row Rivera	10:20			3.6		3.6
RED 3 Oficina del Acueducto	10:30			3.6		3.6

- 1- Orden: 03026-10.
- 2- Reporte de campo: a) día soleado; b) a partir del año 2008 entró en operación un nuevo tanque de almacenamiento; el anterior fue destruido.
- 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 32327-S. Sistemas clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. Sistemas no clorados: Valor recomendado y valor máximo admisible: negativo por E.coli.
- 4- Xg red: CF = 6,7 NMP/100 mL, E.coli= 6,7 NMP/100mL
- 5- En este análisis puntual el agua no cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"